



அறிவியல் பலகை



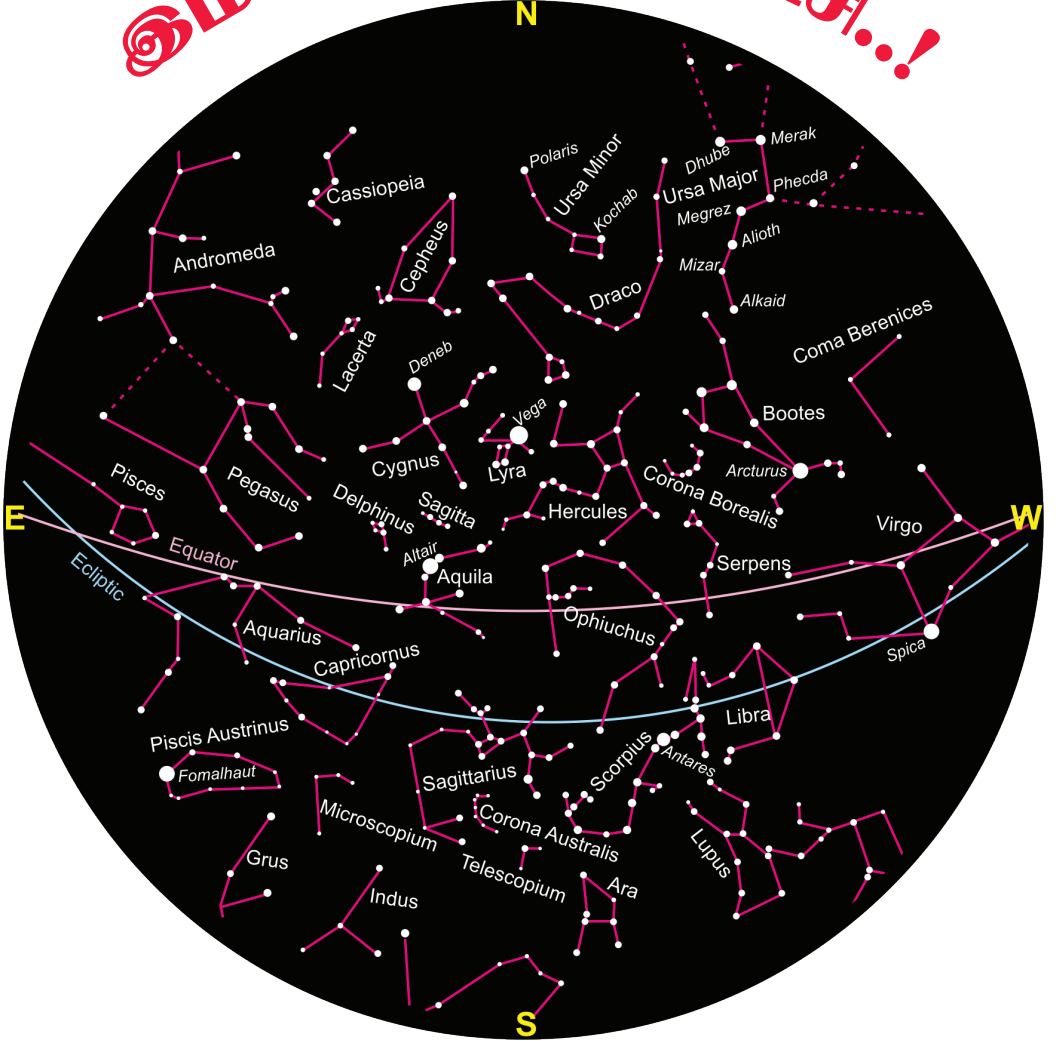
புரிதலை
திருத்திய
புரட்சிச்
சோதனைகள்-2
...>>

எரிமலைகள்
உருவாக்கிய
நாடு
- அர்மேனியா
...>>

வானில் வண்ண ஒளிக்கோலம்!



இம்மாத வான்காட்சி..!!



அறிவியல் பலகை

இதழாசிரியர்

பா.பூக்குமார்

பொறுப்பாசிரியர்

கே.கணேசன்

முகவரி

அறிவியல் பலகை,

சென்னை - 600 025.

மொபைல்: + 91-96772 97733

+ 91-98409 69757

E Mail : ariviyalpalagai@gmail.com

அறிவியல் பலகையின்

கடந்த கால இதழ்களை

இந்த இணையதளத்தில் பார்க்கலாம்

Website : [https://vigyanprasara.gov.in/](https://vigyanprasara.gov.in/ariviyal-palagai-tamil/)

ariviyal-palagai-tamil/



● அறிவியல் பலகையில் வெளியாகும் படைப்புகள்/கட்டுரைகளில் வெளிப்படும் தகவல்கள்/கருத்துக்கள் கட்டுரையாளரின் தனிப்பட்ட பார்வையே. அதில் பயன்படுத்தப்படும் புகைப்படங்களும் அவர்களிடமிருந்து பெறப்பட்டவையே. இதில் அறிவியல் பலகைக்கு எந்தவித உரிமையும் இல்லை.

● அறிவியல் பலகையில் வெளியாகும் படைப்புகள்/கட்டுரைகளை முழுமை யாகவோ, அதில் ஒரு பகுதியையோ எந்த ஒரு முன் அனுமதியும் கோராமல் எங்கும் உரிய முறையில் பயன்படுத்தலாம். 'அறிவியல் பலகையின் படைப்புகள் இவை' என்ற பதிவுடன் எங்கும் பயன்படுத்திக் கொள்ளலாம்.

‘அறிவியல் பலகை’

சென்னை

அலை சூழ் உலகமெல்லாம் 06

எரிமலைகள் உருவாக்கிய நாடு

– அர்மேனியா 10

வானில் வண்ண ஒளிக்கோலம்!16

யானைகள் 19

காலநிலை மாற்றமும் பறவைகளின்

எண்ணிக்கையும்: ஓர் ஒப்பீடு 24

மனிதர்கள் இன்னமும் பரிணாம

மாற்றம் அடைகிறார்களா? 28

புரிதலை திருத்திய

புரட்சிச் சோதனைகள்-2 32

முதலாவது தேசிய

விண்வெளி தினம் 38

இந்திய விண்வெளி

தொழில்நுட்பத்தின் பிதாமகர்40

அன்புடையீர் வணக்கம்,

இந்தியா சுதந்திரம் பெற்று 77 ஆண்டுகள் கடந்துவிட்டன ஆகஸ்ட் 15ஆம் தேதி நாம் அனைவரும் ஒரு மிகச் சிறப்பான சுதந்திர தினத்தை கொண்டாட இருக்கிறோம். சுதந்திரம் என்பது பொறுப்புடன் கூடிய வாழ்வின் நடைமுறையாகும். பொறுப்பற்ற சுதந்திரம் எந்த முன்னேற்றத்தையும் கொண்டு வராது.

கடந்த பல ஆண்டுகளாக இந்தியாவில் ஏற்பட்டுள்ள வளர்ச்சி மகத்தானது, ஒவ்வொரு துறையும் வேகமான வளர்ச்சியை எட்டி வருகிறது. அதே நேரத்தில் பல ஏற்றத் தாழ்வுகளும் இருந்து வருகின்றன. இதை நீக்க வேண்டிய பெரும் பொறுப்பு நம் அனைவருக்கும் உள்ளது. அறிவியல் தொழில்நுட்பத் துறையில் பல சாதனைகள் தொடர்ச்சியாக நிகழ்த்தப்பட்டு வருகின்றன. இந்தியா பொறியியல், விண்வெளி, உயிரித்தொழில் நுட்பம், உள்கட்டமைப்பு என பல துறைகளில் முன்னேற்றம் கண்டு வருகிறது.



கல்வி, சுகாதாரம், அடிப்படை வசதிகள் ஆகியவற்றிலும் முன்னேற்றங்கள் காணப்படுகின்றன. இருப்பினும் கடைக்கோடி மக்களுக்கும் இன்னும் இந்த வசதிகள் விரிவுபடுத்த வேண்டியது அவசியமாகிறது. 2019 ஆம் ஆண்டு உலகம் முழுவதும் கொரோனா வைரஸால் பாதிக்கப்பட்ட போது இந்தியாவிலும் பல இழப்புகள் ஏற்பட்டன. இந்திய விஞ்ஞானிகளும் ஆய்வு நிறுவனங்களும் ஒன்றாக இணைந்து உருவாக்கிய தடுப்பூசிகள் உலகின் பல நாடுகளுக்கு உதவியது குறிப்பிடத்தக்கது.

விண்வெளி துறையில் இந்தியா புதிய சாதனைகளையும் படைத்து வருகிறது. குறிப்பாக சந்திரயான் 1,2,3 ஆய்வுகள் நிலவு குறித்த பல தரவுகளை மனித குலத்திற்கு தந்துள்ளது. இந்திய விண்வெளி துறை சில கோள்களுக்கு விண்கலங்களை அனுப்பி ஆய்வு செய்ய உள்ளது.

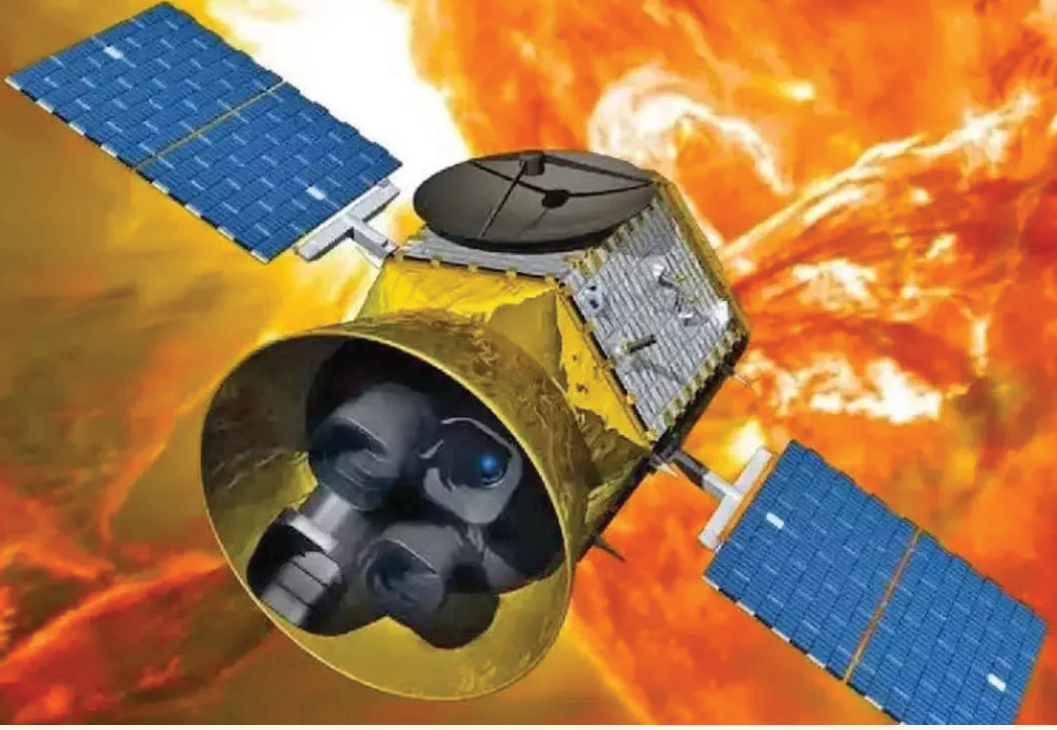


கொண்டாடுவோம் 78வது சுதந்திர தினம்

முதலாவது தேசிய விண்வெளி தினம்!

ஆதித்யா-எல்1 என்ற சூரியன் குறித்த ஆய்வில் மிக முக்கிய தரவுகளை அந்த ஆய்வகம் அனுப்பி வருகிறது. கடல் அறிவியல் தொழில்நுட்பத் துறையிலும் புது சாதனைகளை படைக்கும் வகையில் சமுத்திரயான் என்ற ஆழ்கடல் ஆய்வு முயற்சி இந்திய விஞ்ஞானிகளால் திட்டமிடப்பட்டு வருகிறது. மென்பொருள் உற்பத்தித் துறையிலும் இந்தியாவின் வருமானம், பல மில்லியன் டாலர்கள் அளவிற்கு ஒவ்வொரு ஆண்டு உயர்ந்து வருகிறது. இப்படி ஒவ்வொரு துறையில் பல்வேறு மாற்றங்களையும் முன்னேற்றங்களையும் நம் நாடு கண்டு வருகிறது.

இந்த மகத்தான சாதனையில் இந்தியர்கள் நாம் அனைவரும் நேரடியாகவோ, மறைமுகமாகவோ பயனாளிகளாக அல்லது இந்த வளர்ச்சியின் பின்னணியில் முதுகெலும்பாக இருந்து வருகிறோம். இன்னும் நாம் செல்ல வேண்டிய தூரம் அதிகம் இருப்பினும் இந்த வளர்ச்சிகள் நமக்கு உற்சாகமூட்டுகின்றன.



இந்தியாவின் மிகப்பெரிய ஜனநாயக தேர்தல் நடந்து முடிந்ததுள்ளது. இதிலும் வாக்குப்பதிவு ஏந்திரங்கள் மூலமாக வாக்குகள் பதிவு செய்யப்பட்டு எண்ணப்பட்டு ஆட்சியாளர்கள் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டுள்ளார்கள். தேர்தல் பிரச்சாரம், நடைமுறைகள் ஆகியவற்றில் சில சிக்கல்கள் இருந்தாலும் ஜனநாயக பூர்வமாக மக்கள் தேர்ந்தெடுக்கும் பிரதிநிதிகள், இந்திய நாடாளுமன்றத்தில் மக்களுக்கான பிரச்சனைகளை எழுப்பி மேலும் முன்னேற்றங்களை கொண்டு வர வேண்டியது அவசியமாகிறது.

இந்திய அறிவியல் துறைக்குத் தேவையான அத்தனை ஒத்துழைப்புகளையும் வழங்க வேண்டியது மிகவும் முக்கியமானது. மேலும், நாட்டு மக்கள் அனைவரும் அறிவியல் விழிப்புணர்வு மிக்கவர்களாக மாற்ற வேண்டிய அவசியம் உள்ளது. அதற்கான தேவை நாளுக்கு நாள் அதிகரித்து வருகிறது. அதை உணர்ந்து நடப்பதுடன் நமது கல்வி முறையில் பல

மாற்றங்களை கொண்டு வர வேண்டியது மிக முக்கியமாகும். அதை நோக்கி நாம் அனைவரும் நகரும் போது தான், நம் நாடு அறிவியல் தொழில்நுட்பத் துறையின் முழு பலன்களை அனுபவிக்க முடியும். இந்த ஆண்டு ஆகஸ்ட் 23 ஆம் தேதி முதலாவது தேசிய விண்வெளி தினம் கொண்டாடப்படுகிறது. இதற்காக பல ஏற்பாடுகள் செய்யப்பட்டு வருகின்றன. இந்த தினம் குறித்த கட்டுரை இந்த இதழில் இடம் பெற்றுள்ளது. மேலும்,

இந்த இதழில் சுவராஸ்யமான கட்டுரைகளும் இடம் பெற்றுள்ளன. இந்திய விண்வெளி தந்தை எனப் போற்றப்படும் விக்ரம் சாரபாய் குறித்த கட்டுரை, ஆர்மேனியாவின் நிலவியல் குறித்த அற்புதமான கட்டுரை, பரிணாமத்தின் விளைவை எடுத்துக் கூறும் கட்டுரை என இதில் இடம் பெற்றுள்ள கட்டுரைகள் அறிவியலையும் அதன் நுட்பங்களையும் எளிய தமிழில் தருகின்றன.

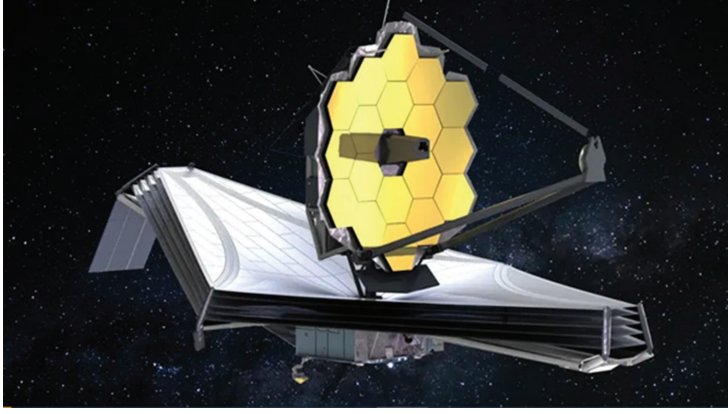
அனைவருக்கும் சுதந்திர தின நல்வாழ்த்துகள்!

Dr. Anand Kumar

அணுவியல் விஞ்ஞானி ஹைதராபாத்



ஆசிரியர் அவர்களை அமரச் செய்து விட்டு, நீங்கள் சொல்வதை வைத்துப் பார்த்தால் மூவரும் மூன்று வித அலைகளால் ‘அலைக்கழிக்கப்’



ஜேம்ஸ் வெப் தொலைநோக்கி.

பட்டுள்ளீர்கள் என்பது தெளிவு. இந்த நிகழ்வுகளை வைத்தே இன்றைய உரையாடலைத் தொடங்கலாம் என்று சொல்லி கரும் பலகையில் ‘அலைகள்’ அலைகள்; என்று பலமுறை எழுதினார். பிறகு வகுப்பை நோக்கி, “மாணவன் பரிதி எவ்வகை அலைகளால் பாதிப்படைந்தான்?” என்று கேட்டார். உடனே மாணவர்களிடமிருந்து வெப்ப அலை என்றும் அகச்சிவப்பு அலை என்றும் பதில் வந்தது. “இருவர் சொல்வதும் சரி” என்று கூறிவிட்டு ஞானமுதல்வன் மேலும் விரிவாக விளக்கத் தொடர்ந்தார்.

மின் காந்த அலைமாலை பட்டையில் (Electromagnetic Spectrum) *(படம் 1) கட்டில அலை மற்றும் நுண்ணலைகளுக்கு நடுப்பகுதியில் (between visible and microwave) உள்ளவை அகச்சிவப்பு அலைகள், (Infrared waves). அலை நீளப் பட்டையில், சுமார் 780 நானோ மீட்டரில் தொடங்கி 1000 மைக்ரோ மீட்டர் (1 மில்லிமீட்டர்) வரை பரவியுள்ளவை.

இவை பொதுவாகவே வெப்ப அலைகள் என்று அழைக்கப் பெற்றாலும், அவற்றின் தாக்கங்களை வெப்பநிலைமானி காட்டும் அளவுகளை வைத்து மூன்று பிரிவுகளாக அதாவது, அண்மை, இடைநிலை, மீஅகச்சிவப்பு அலை (near, medium and far infrared) என்று பகுத்துள்ளனர். அனைத்துலக ஒளியமைப்பு வாரியம் (CIE) வகைப்படுத்தியுள்ள அலைவரிசைகளை அட்டவணை 1 இல் காணலாம். ஆனால் வழக்கத்தில் பயன்பாட்டுக்குத் தக்கபடி இந்த வரையறைகள் மாறுபடும்.

Table 1 International Commission on Illumination (CIE) Classification of IR radiation.		
Name/abbreviation	Wavelength	Photon energy (THz)
Near infrared/IR-A	0.7- 1.4 μm (700- 1400 nm)	215- 430
Mid infrared/IR-B	1.4- 3.0 μm (1400- 3000 nm)	100- 215
Far infrared/IR-C	3.0- 100 μm (3000 nm- 0.1 mm)	3- 100

(படம்-2)

வெப்பநிலை ஆயிரக்கணக்கான டிகிரி C இருந்தால் அண்மை அகச்சிவப்பு அலைகள் (Near-infrared) என்றும் அதற்குக் கீழ் சில நூறு டிகிரிகள் வரை இடைநிலை, (Mid-infrared) அதற்கும் கீழ் -273 C (°K) வரை மீஅகச்சிவப்பு (Far-infrared) அலைகள் என்றும் கொள்ளலாம். பயனாளிகள் தேவைக்குத் தக்கவாறு வெப்ப அலைகளை தோற்றுவிக்கும் கருவிகளையோ, அவற்றிக்கான உணரிகளையோ (gadgets or sensors) தேர்ந்தெடுக்க இந்த வெப்பநிலை வரைமுறைகள் உதவும். மனித உடம்பின் இயல்பான வெப்பநிலை 37°C. வெளிப்படுத்தும் வெப்ப அலையின் நீளம் சுமார் 9.4 m . அதை மீறினால் காய்ச்சல்.

அண்மை அகச்சிவப்பு அலைகள் டிவி தொலைவுக் கட்டுப்பாட்டுப் பொறி (remote control) போன்ற மின்னணுவியல் தொலைதொடர்பு சாதனங்களிலும், அகச்சிவப்பு புகைப்படங்களை பதிவு செய்தல் (Night-vision photography), செய்தித் தொடர்பு, சில வானியல் கூர்நோக்குகள் (எ. கா. ஜேம்ஸ் வெப் தொலைநோக்கி -படம் 2a&b) முதலியவற்றிற்கு பயன் படுத்துகின்றனர்.

அகச்சிவப்பு அலைகள் அண்டத்திலுள்ள துகள்களையும் வாயுக்களையும் ஊடுருவ வல்லதால் தூரத்திலுள்ள கோள்களையும் நிகழ்ச்சிகளையும் தெளிவாக படம் எடுக்க இயலுகிறது.

இடைநிலை அலைகள் வேதியல் தொழிற்சாலைகள், வானியல், வானிலையியல், மருத்துவம் போன்ற துறைகளிலும், மீஅகச்சிவப்பு அலைகள் சூடேற்றி செய்யும் வேலைகளுக்கும் பயன்படுபவை. மருத்துவத்தில் தசைகளுக்கு ஒத்தடம் கொடுத்தல், திசுக்களை அகற்றுதல், தொழிற்சாலைகளில் பொருட்களை உருக்குதல், இணைத்தல் போன்று பல்வேறு துறைகளில் இன்றியமையாத பணிகளுக்கு உதவுவதுடன் வெப்பப்படுத்திப் பிடிப்புத் துறையில் (Thermal imaging) வெகுவாக கையாளப்படுகிறது. இத்தொழில் நுட்பமானது, வானிலை ஆய்வியலில், வளிமண்டல, தரைமட்ட, கடல்மட்ட வெப்பநிலைகளை அளத்தல், மேகங்கள், மழை அடர்த்தி, காற்றின் திசை போன்ற தரவுகளிலிருந்து புயல், சுழிக்காற்று காட்டுத்தீ பரவல், போன்றவற்றை கணித்து முன்னெச்சரிக்கை அளிக்க வகை செய்கிறது.

மருத்துவத்தில், அகச்சிவப்பு வருடல் (Infrared

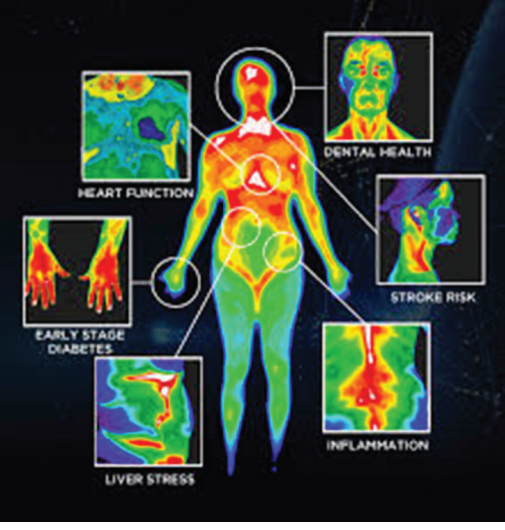


Southern ring Nebula – Near IR camera picture

b. ஜேம்ஸ் வெப் தொலைநோக்கி ‘அண்மை அகச்சிவப்பு அலை’ கொண்டு பதிவுசெய்து அனுப்பிய விண்முகிற்படலம் (nebula)

scanning) முறையில், மனித உடல் பாகங்களில் நிலவும் வெப்ப வேறுபாடுகளை படம் பிடித்து ஆய்ந்து தகுந்த சிகிச்சை அளிக்கிறார்கள் (படம் 3). மார்பகப் புற்றுநோயை கண்டறிவதற்கு இம்முறை வெகுவாகப் பயன்படுகிறது. இதே தத்துவத்தில் இயங்கும் கருவிகளைக் கொண்டு விமான நிலையம் பாதுகாப்பு நிறுவனங்கள் போன்ற முக்கிய பொது இடங்களில் கொரோனா வகை தொற்றுநோய் உள்ளவர்கள், கடத்தல் பொருள்களை ஆடைக்குள் மறைத்து வைத்து பயணம் செல்பவர்கள் ஆகியோரை கண்காணிக்கப் பயன்படுத்துகிறார்கள். மொத்தத்தில் குளிர்ந்த மற்றும் வெப்பமாக உள்ள பொருள்கள், இடங்கள் ஆகியவை அனைத்திலிருந்தும் வீசுபவை மீஅகச்சிவப்பு அலைகளே. ஆகையால் மாணவன் பரிதி பாதிக்கப்பட்டது மீஅகச்சிவப்பு வெப்ப அலைகளால்தான்.

ஞான முதல்வன் இந்த இடத்தில் சற்று நிறுத்திய போது ஒரு மாணவன் எழுந்து, “சார், சமீபத்தில் பத்திரிக்கைகளில் ஹஜ் புனித யாத்திரைக்காக சவுதி அரேபியாவுக்குச் சென்றவர்களில் ஆயிரத்துக்கும் மேற்பட்டோர் வெப்ப அலையால் தாக்கப்பட்டு உடல் நீர் வறட்சியால் மரணமடைந்தனர் என்று படித்தேன்” என்றான். ஆசிரியர், “ஆமாம். அது மிகவும் துயரமான செய்தி. ஆனால் ஊகவியலாளர்கள் குறிப்பிடும் வெப்ப அலை என்பது அலை நீளங்களை குறிப்பது அல்ல. அந்தந்த பிராந்தியங்களில் பருவங்களுக்கு ஏற்ப நிகழும் தட்ப வெப்ப மாற்றங்களில் அவ்வப்போது வெய்யில் தீவிரமாகக் காய்ந்து வெப்பநிலை அளவுக்கதிகமாக நிலவி வரும் கால இடைவெளியைக் குறிப்பதாகும். நம் ஊரில் கோடையில் சித்திரை-வைகாசி மாதங்களில் காய்வதை அக்கினி நட்சத்திரம் அல்லது கத்திரி வெயில் என்பர். (ஆனால் இது வானிலை மையத்தின் அறிவியல் சார்ந்த கணிப்புக்கு பெரும்பாலும் ஒத்துப்போவாதில்லை). இத்தகைய வெப்ப அலையானது காற்றின் வீச்சு, வேகம், ஈரப்பதம் போன்றவையால் மேலும் தீவிரமடையும் வாய்ப்பும் உண்டு. பூமியை வந்தடையும் சூரிய ஒளியின் ஆற்றல் கடல் மட்டத்தில் ஒரு சதுர மீட்டருக்கு சுமார் 1 கிலோவாட். இதில் 527 வாட் அளவு அகச்சிவப்பு அலைகள். 445 வாட் ஒளி அலைகள், 32 வாட் புறஊதாக்கதிர்கள். நிலமும்



(படம்-3)

நீரும் உள்வாங்கியதுபோக மிஞ்சியுள்ள அகச்சிவப்பு அலை வீச்சால் பூமியின் தட்பவெட்பநிலை மாற்றமடைகிறது. இவற்றை கூர்ந்து நோக்கி தரவுகளை ஆராய்ந்து வெப்ப அலைகளின் தீவிரத்திற்கு தக்கவாறு மஞ்சள், ஆரஞ்சு, சிகப்பு நிற எச்சரிக்கைகளை வானிலை மையத்தார் வெளியிடுகின்றனர்.

ஆசிரியர் வகுப்பை முடிக்கப்போகும் தருவாயில் மற்றுமொரு மாணவன். “ஐயா, இதுவரை அலை வரிசைகள், அவற்றுள் அடங்கிய வெப்பம் கொடுக்கும் பண்புடைய மீஅகச்சிவப்பு அலை களைப்பற்றி அறிந்து கொண்டோம். ஆனால் தாங்கள் கரும்பலகையில் பலமுறை அலைகள் என்று எழுதியதன் காரணம் அறியலாமா?” என்று வினவினான். ஆசிரியர் நல்ல கேள்வி என்று பாராட்டிவிட்டு “நான் முதலிலேயே சொன்னேன் அல்லவா. தாமதமாக வகுப்புக்கு வந்த மூன்று மாணவர்கள் மூன்று வித அலைகளின் தாக்கத்துக்கு ஆளானார்கள் என்று? மாணவன் பரிதி சந்தித்தது மீஅகச்சிவப்பு அலை என்றால் மணியை பாதித்தது ஒலி அலைகள். கதிர் எதிர்கொண்டது ஒளி அலைகளின் வீச்சம். இதே போல், உயலகில் வாழும் அனைத்து உயிரினங்களும் காந்தக் கதிர்கள், புறஊதாக் கதிர்கள், ரேடியோ, மைக்ரோவேவ் அலைகள்

போன்ற அயனியாக்கா (non-ionizing) அலைகளால் சூழப்பட்டுள்ளன. இவற்றைத் தவிர அயனியாக்கக் கதிர்வீச்சுகளான (Ionizing radiation) காஸ்மிக் கதிர்கள், X-கதிர்கள் மற்றும் இயற்கை கதிரியக்க (Natural radioactivity) வீச்சங்களையும் நேர்முகமாகவோ மறைமுகமாகவோ சந்தித்து வருகிறோம். இவ்வகைத் தாக்கங்கள் நாளுக்கு நாள் அதிகரித்துக் கொண்டே செல்கின்றன. இவ்வகைத் தாக்கங்களையும் மிஞ்சியது அங்கிங்கெனாதபடி அண்டத்தில் எங்கும் பரவியுள்ள நியூட்ரினோக்கள். எவ்வித மின்னூட்டமும் பொருண்மையும் அற்ற கோடானுகோடி நியூட்ரினோக்கள் (Trillion) ஒவ்வொரு வினாடியும் நம் உடலைத் துளைத்துக்கொண்டு சென்ற வண்ணம் உள்ளன என்பது விஞ்ஞான உண்மை! ஆனால் உடல்நலம் கெடுவதில்லை. இத்தனை வகை அலைகள் சூழ்ந்த உலகில் நாமனைவரும் தாக்குப்பிடித்து வாழ்ந்துகொண்டு வருகிறோம் என்பது ஒரு மாபெரும் அதிசயமல்லவா?” என்ற வினாவுடன் ஆசிரியர் ஞான முதல்வன் வகுப்பை முடித்தபோது, மாணவர்கள் மனிதச் செயல்களால் அத்தீமமாக வெளிப்பட்டு ஊறு விளைவித்துக் கொண்டுவரும் அலைகளை கட்டுப்படுத்தும் வழிவகைகளை சிந்திக்கத்தூண்டியது.

எரிமலைகள் உருவாக்கிய நாடு

- அர்மேனியா



«... நிர்மல் ராஜா
சயின்டிபிக் தமிழன்ஸ்

சமீபத்தில் குடும்பத்துடன் அர்மேனியாவிற்கு சுற்றுலா சென்றோம், நான்கு நாட்கள் அங்கு தங்கி அந்நாட்டின் ஒரு சிறு பகுதியை மட்டுமே சுற்றிப் பார்க்க முடிந்தது. அர்மேனியா Armenia யுரேசியாவில் நிலங்களால் சூழப்பட்ட ஒரு நாடு, துருக்கி, ஜார்ஜியா மற்றும் ஈரான் அர்மேனியாவுடன் அதன் எல்லைகளைப் பகிர்கிறது. பொதுவாக ஒரு நாட்டிற்குச் சுற்றுலா செல்வதற்கு முன்னர் அந்நாட்டின் புவியியல் வரலாற்றைப் படித்து விட்டுச் செல்வது இயல்பு, கடந்த முறை ஓமானுக்கு சென்ற பொழுது அதன் புவியியல் வரைபடத்தைக் கொண்டு சென்றதால் வழியெங்கும் உள்ள மலைத்தொடர்கள் அவற்றின் வயது மற்றும் தன்மைகளைப் பற்றி அறிந்து கொண்டதால் அவற்றை மேலும் இரசிக்க முடிந்தது. அதே போல அர்மேனியாவிற்கு பயணப்படும் முன்னர் அந்நாட்டின் புவியியல் வரலாற்றைப் பற்றித் தேடிப் படிக்கும் பொழுது பல ஆச்சரியங்கள் காத்துக்கொண்டு இருந்தது. சுமார் நூற்றி ஐம்பது கோடி ஆண்டுகளுக்கு முன்னர் உருவான பாறைகளிலிருந்து சில ஆயிரம் ஆண்டுகளுக்கு முன்னர் உருவான பாறைகள் வரை பல்வேறு காலகட்டங்களில் உருவான பாறைகள் நாடெங்கும் காணப்பட்டது. படிமப்பாறைகள் அதனுள் தொல்லுயிர் எச்சங்களும், நாடெங்கிலும் எரிமலைகளும், பாறை குழம்புகளால் ஆன மலைத்தொடர் என பலதரப்பட்ட புவியியல் அம்சங்களைக் கொண்ட நாடாக ஆர்மேனியா இருந்தது. வடக்கே ஜோராசிக் மற்றும் க்ரிடேசியஸ் காலத்தில் உருவான படிமப்பாறைகளும், தெற்கே பெர்மியன் காலத்தில் உருவான பாறைகளும், நாட்டின் நடுவே உலகின் உயரமான இடத்தில் இருக்கும் நன்னீர் ஏரிகளில் ஒன்றான செவான் ஏரி அங்கங்கே சில ஆயிரம் ஆண்டுகளுக்கு



ஏரவான் நகரில் எரிமலை பாறையால்
கட்டப்பட்டக்கட்டம்

முன்னர் வரை உயர்ப்புடன் இருந்த எரிமலைகளும் இருந்தன.

ஏரவான் அந்நாட்டின் தலைநகரம், நகரமெங்கும் சோவியத் காலத்தில் கட்டப்பட்ட பிரமாண்ட கட்டிடங்களும் நினைவுச்சின்னங்களும் இருந்தாலும், நகரம் முழுவதும் சிவப்பு நிறத்திலான கற்களினால் கட்டப்பட்ட கட்டிடங்கள் நம் கண்களைக் கவர்ந்திழுக்கும். நாங்கள் தங்கி இருந்த விடுதியும் அதே போன்ற கற்களிலான கட்டப்பட்ட ஒன்று, அருகே சென்று பார்த்தல் சிவப்பு நிறத்தில் அங்கங்கே துளைகளுடன் காணப்பட்ட அக்கல் பிங்கட் டப் எனப்படும் ஒரு



கெச்சாரிஸ் மடாலயம்



Pink volcanic tuff



(அரகட்ஸ்)



பெரிய மற்றும் சிறிய ஆராராட் விமான நிலையம் அருகில்.

வகை எரிமலை பாறைகள், எரிமலைகள் வெடித்துச் சிதறும் பொழுது வெளிப்படும் சாம்பல் நிலத்தில் படிந்து இறுகிய பின்னர் உருவாகும் பாறைகள். இவைப் புவியின் ஆழத்தில் இருக்கும் மாக்கா பாறைக்குழம்பு எரிமலைகள் வாயிலாகப் பூமியின் மேற்பரப்பிற்கு வந்து குளிர்வதால் இவை Extrusive igneous rocks வகைப் பாறைகளாகும். பாறைக் குழம்பு பூமியின் அடியில் இருக்கும் பொழுது மாக்கா என்றும் பூமியின் மேற்பரப்பிற்கு வந்து வழிந்தோடும் பொழுது லாவா என்றும் அழைக்கப்படும். உலகின் மற்ற பகுதிகளில் அரிதாகவே கிடைக்கும் இப்பாறைகள் எரவாணைச் சுற்றி அதிகமாய் கிடைக்கப்பெறுகிறது, அதனைக் கொண்டு கட்டமைக்கப்பட்ட இந்நகரம் பிங்க் நகரம் என அழைக்கப்படுகிறது. இவ்வகைப் பாறைகளை சுலபமாக வெட்டி உபயோகிக்கலாம், கேரளத்தில் லேட்டிரைட் Laterite என்ற ஒரு வகைப் பாறைகள் இது போன்ற தன்மையைக் கொண்டவை, தேவையான அளவிற்கோ அல்லது வடிவத்திலே வெட்டலாம், அதே நேரத்தில் மழை வெயில் போன்றவற்றைத் தாங்கி காலத்திற்கும் நிலைத்து நிற்கும். கேரளாவின் வாக்கலாவில் வீடுகள் பலதும் சிவப்பு நிறத்தில் இருப்பதை இன்றும் காணலாம். எரவான் நகரமெங்கும் இருக்கும் பல தேவாலயங்களும் இக்கல்லினால் கட்டப்பட்டவையே, சுலபமாய் செதுக்க முடியும் என்பதால் பல சிற்பங்களும் நுணுக்கமான வேலைப்பாடுகளை இந்தப் காணலாம். டப் பாறைகளை அதன் நிறங்களைக் கொண்டு தரம் பிரிக்கின்றனர், சிவப்பு, ஆரஞ்சு சாம்பல் நிறங்களிலும் இக்கற்கள் கிடைக்கின்றன. எரவானில் இருந்து சுமார் நூற்றி ஐம்பது கிலோமீட்டர்கள் தள்ளி இருக்கும் க்யுமரி (Gyumri) என்ற நகரம் முழுவதும் சாம்பல் நிற டப் (Black volcanic tuff) கற்களால் கட்டப்பட்டவை, அந்நகரம் கருப்பு டப் (Black tuff city) நகரம் என்றழைக்கப்படுகிறது

ஆராராட் (Mount Ararat) என்ற மலையை அர்மேனியர்கள் புனிதமாய் கருதுகிறார்கள், வங்கிகளிலிருந்து மதுபானங்களுக்கும் ஆராராட் என்றே பெயரிட்டு இருக்கிறார்கள், ஆராராட் சுமார்



Symphony of stones

பதினாறாயிரம் ஆடி உயரமுள்ள ஒரு சூழல் வடிவ எரிமலை strato volcano, அதற்கருகே பன்னிரெண்டாயிரம் ஆடி உயரத்தில் சின்ன ஆராராட் என்ற எரிமலையும் உண்டு. இரண்டும் பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டின் மத்தியில் குழறியது, பின்னர் அமைதியாக இருக்கும் இவ்வெரிமலையில் தான் நோவாவின் கப்பல் கடைசியாக தரைத்தட்டி நின்றது என்பது அர்மேனியர்களின் நம்பிக்கை, எல்லை பிரச்சினைகளால் இன்று துருக்கியிலிருந்தாலும் அர்மேனியர்களின் அடையாளமாய் இந்த எரிமலையே இருக்கிறது. ஆராராட் எரிமலை சுமார் பதினைந்து லட்சம் ஆண்டுகளுக்கு முன்னர் இம்மலை உருவாகி இருக்கலாம்.

அரக்கட்ஸ் மலை Mount Aragats அந்நாட்டின் மிக உயரமான பகுதி, சுமார் பதினமூன்றாயிரம் ஆடி உயரத்தில் இருக்கும் மலையும் ஒரு எரிமலையே, நான்கு சிகரங்களைக் peaks கொண்ட அம்மலைக் கோடைக் காலத்திலும் பணியால் மூடப்பட்டு இருந்தது. அரக்கட்ஸில் இருக்கும் பனிப்பாறைகள் காலநிலை மாற்றத்தினால் வேகமாய் உருகி ஊருக்கு பணிநீராய் மாறி மலையடிவாரத்தில் ஆறாக பரிணமிக்கிறது. சுமார் இருபத்தி ஐந்து லட்சம் ஆண்டுகளுக்கு முன்னர் இந்த எரிமலை முதலில் உருவாகி இருக்கலாம் என்பது புவியியல் காலக்கணிப்பு முறைகளின் மூலம் தெரிகிறது.

மலையை விட்டுக் கீழிறங்கும் பொழுது சாலையருகே பல பாறைகள் தென்படுகிறது, சிறு குன்றுகளை அல்லது மலையை வெட்டி சாலை அமைப்பார்கள் அவை ஆங்கிலத்தில் ரோட் கட் Road Cuts எனப்படும், ஓரிடத்தின் புவியியலை

நன்கறிய இது போன்ற குறுக்கு வெட்டுகள் மிகவும் அவசியம், படிமப்பாறைகளோ அல்லது தீப்பாறைகளோ உருவாகிப் படையும் பொழுது ஒன்றின் மீது ஒன்றாகப் படையும், சில சமயம் தீப்பாறைகள் படிமப்பாறைகளின் வழியே குறுக்கு வெட்டாய் மேலெழும்பும். இவை ஒரு குன்றினுள் அல்லது மலையின் நடுவே இருந்தால் அவற்றை நாம் அறிவது கடினம், ஆனால் சாலையோ அல்லது சுரங்கள் தோண்டும் பொழுது குறுக்குவெட்டாய் குடையும் அல்லது பிளக்கும் பொழுது இவற்றை நாம் காணலாம். உதாரணத்திற்கு ஒரு கேக்கை வெட்டும் பொழுது அதனுள் இருக்கும் அடுக்குகள் அல்லது பழத்துண்டுகளோ அல்லது சாக்கலேட்டு துண்டுகளையோ நாம் காண்பது போல.

இது போன்ற ரோட் கட்கள் அங்கு அதிகம், பல இடங்களில் ஒப்சிடயன் Obsidian என்ற எரிமலை கண்ணாடிகள் கொண்ட பாறை அடுக்குகள் Obsidian veins வழியெங்கும் தென்படுகிறது. ஒப்சிடயன் ஒரு வகை தீப்பாறை, எரிமலையில் இருந்து எரிமலை குழம்பு வெளிவரும் பொழுது சில மணிநேரங்களுக்குளோ அல்லது சில மாதங்களுக்குப் பிறகு அவை குளிர்ந்து தீப்பாறைகளாகும். சிலிக்கா அதிகமுள்ள எரிமலை குழம்பு சில நொடிகளுக்குளோ நிமிடங்களுக்குள் குளிரும் பொழுது படிகங்கள் crystals அதனுள் வளருவது தடைப்படுகிறது, இதனால் அந்த குழம்பு கண்ணாடியாய் உருவாகுகிறது. இப்பாறைகள் எளிதில் உடையும், உடைந்த பகுதிகள் மிகக் கூர்மையாக இருக்கும், வரலாற்றிற்கு முந்தைய காலத்திலிருந்து இன்று வரை இப்பாறைகளினால் செய்யப்படக் கத்திகள்



உபயோகத்தில் இருந்து வருகின்றன. எரிமலை சாம்பல் செடிகளுக்குத் தேவையான சத்துக்களை அதிகம் கொண்டிருப்பதால் எரிமலை அடிவாரங்கள் மற்ற இடங்களை விட மிக வளமாய் இருக்கும், அதே போல அரகாட்சை தொடர்ந்து இருக்கும் இடங்கள் அனைத்தும் பச்சை பசேலென்று ஸ்டெப்பி புல்வெளி வகையில் இருப்பதையும் நம்மால் காணமுடிகிறது.

அர்மேனியாவில் இன்று உயிர்ப்புடன்

இருக்கும் எரிமலைகள் எதுவுமில்லை, ஹோலோசீன் Holocene காலத்தில், சுமார் பன்னிரெண்டாயிரம் ஆண்டுகளுக்கு முன்னர் வெடித்து குமுறிய எரிமலைகள், எரிமலை குழம்புகள் மற்றும் அதனைச் சார்ந்த நிலப்பரப்புகள் நாடெங்கும் பரவி இருக்கிறது, அதில் முக்கியமான ஒன்று கோட்டயக் மாகாணத்தில் உள்ள கார்னி (Garni) கிராமத்தில் உள்ள கல் தூண்கள்.

எரிமலைகள் வாயிலாய் உருகிய பாறைகள் பாறை குழம்புகளாய் வெளிவரும், அப்பாறை குழம்புகள் குளிரும் பொழுது பல்வேறு நிலப்பரப்புகள் உருவாகும். கார்னி பகுதியில் அஜாட் Azat river என்ற ஆறு பாய்கிறது, ஆறுகள் ஓரிடத்தில் வாயிலாகப் பயணிக்கும் பொழுது பாறைகளை அரித்து பள்ளத்தாக்குகளை உருவாக்கும், எனப்படும். இது போன்ற இயற்கையான பள்ளத்தாக்குகள் உருவாகும் பொழுது ஒரு மலையினுள் இருக்கும் புவியியல் அம்சங்களையும் வெளிக்கொணரும்.

இப்பகுதியில் உள்ள கேஹாம் (Gegham volcanic upland) எரிமலை பகுதியானது சுமார் ஒன்றரை கோடி ஆண்டுகளுக்கு முன்னர் மையோசீன் காலத்திலிருந்தே குமுறிக்கொண்டு இருந்தது, எரிமலை குமுறலினால் உருவான பாறைகள் ஒன்றின் மீது ஒன்று படிந்தால் உருவான உயரமான பகுதி இது, சுமார் முப்பது லட்சம் ஆண்டுகளுக்கு முன்னர் இப்பகுதியில் ஒரு கழல்வடிவ எரிமலை மற்றும் கால்டேரா Caldera இருந்ததற்கான ஆதாரங்கள் இப்பகுதியில் கிடைத்துள்ளது, எரிமலைகள் பாறை குழம்புகளை ஒன்றின் மீது ஒன்றாய் பல காலங்களுக்குப் படிந்து கூம்பு வடிவ மலைகளாய் உருவாகும், சில காலங்களில் அவை வெடித்துச் சிதறும் பொழுது அக்கூம்பு தன்னுள் உடைந்து உள்ளே விழும் பொது உருவாகும் அகன்ற எரிமலை வாய் கால்டேரா Caldera எனப்படும். சில காலம் இப்பகுதி ஒரு முறை மட்டுமே உருவாகி வெடித்துச் சிதறும் எரிமலையாக இருந்த பின்னர் பலமுறை வெடித்துச் சிதறும் எரிமலையாய் பரிணமித்தது. மோனோஜெனிக் எரிமலைகள் பூமியின் இடையோட்டில் இருந்து வெளிவரும் பாறைக்குழம்புகள் ஒரே ஒரு வழியே மேலெழும்பிக் குமுறும், இவ்வகை எரிமலைகள் ஒரு முறை வெடித்த பின்னர் உயிரற்று போய்விடும், பலிஜினிக் எரிமலைகள் பல முறை பல நூறு முதல் ஆயிரக்கணக்கான ஆண்டுகளாய் குமுறிக்கொண்டு இருப்பவை. ஹவாய் தீவில் இருக்கும் மவுனா லோவா எரிமலை இவ்வகையைச் சார்ந்தது.

தொடர்ச்சி அடுத்த இதழில்

இன்னும் பயணிப்போம்...

வானில் வண்ண ஒளிக்கோலம்!



«... பா. நீகுமார்
அறிவியல் பலகை

பூமியின் துருவ பகுதிகளில் மட்டும் இதுவரை காட்சி தந்த 'போலார் ஒளி' (Polar light), ஐரோப்பா மற்றும் உலகின் பல நாடுகளில் கடந்த மே 11 ஆம் தேதி காட்சியளித்திருக்கிறது. இந்த 'அரோரா' (Aurora) பார்ப்பவர்களுக்கு எப்பொழுதுமே பரவசத்தை தரும் ஒரு அனுபவமாகவே இருக்கும்.

இதைப் பார்ப்பதற்கென்றே வடதுருவம் நோக்கிப் பயணம் செய்பவர்கள் பலர் உள்ளனர். அதியுச்ச சூரியப் புயலின் தாக்கத்தால், அயனோற்றம் பெற்ற துகள்கள் விண்வெளியில் பரவுவதால் இவ்விளைவு ஏற்படுகிறது. பல ஆண்டுகளில் இல்லாத அளவுக்கு சக்திவாய்ந்த சூரிய புயல் ஒன்று தாக்கியதன் விளைவாக, உலகின் பெரும்பாலான பகுதிகளில், அபூர்வ வானியல் நிகழ்வான துருவ ஒளி (Northern lights) தோன்றியது. இந்தியாவில் லடாக் வரை பரவலாக காண முடிந்தது.

இத்தகைய சூரிய புயல் நிகழ்வுகள் வானில் துருவ ஒளி தோன்றும் வாய்ப்பை அதிகரிக்கின்றன. கடைசியாக 2003 இல் ஒரு வலுவான சூரியப் புயல் ஏற்பட்டது.

துருவ ஒளி:

துருவ ஒளி, நார்த்தன் லைட்ஸ், அரோரா, போலார் லைட்ஸ் என்று பல்வேறு பெயர்களால் இது அழைக்கப்படுகிறது.

துருவ ஒளி (aurora) என்பது வட, தென் துருவப் பகுதிகளில் தோன்றும் ஓர் அபூர்வ ஒளித் தோற்றமாகும். இந்த ஒளித்தோற்றமானது பொதுவாக ஆர்க்டிக், அண்டார்ட்டிக் பகுதிகளில் எளிதாக காணக்கூடியதாக இருக்கின்றது. வட துருவத்தில் தோன்றும்போது இது வடதுருவ ஒளி எனவும், தென் துருவத்தில் தோன்றும்போது இது தென் துருவ ஒளி எனவும் அழைக்கப்படுகின்றது. இந்த ஒளித்தோற்றத்துக்குரிய அறிவியற் பெயர்கள் (வடதுருவ ஒளி), (தென்துருவ ஒளி) என்று அழைக்கப்படுகிறது. இது ஒரு வானில் ஏற்படும் இயற்கை நிகழ்வு.

Aurora borealis – aurora என்ற ரோமானியப் பெண்தெய்வத்தின் பெயர்மற்றும்வடபருவக்காற்றை கிரேக்க மொழியில் Boreas என்று அழைப்பார்கள் இந்த இரண்டையும் சேர்த்து இந்தப் பெயர்

சூட்டப்பட்டது.

1621 ஆம் ஆண்டில் பிரான்சு நாட்டைச் சேர்ந்த தத்துவஞானியும், பாதிரியாரும், அறிவியலாளரும், வானியல் வல்லுநரும், கணிதவியலாளருமான பியர் கசண்டி (Pierre Gassendi) என்பவர் தான் இந்த பெயரை வழங்கினார்.

பூமியின் வளிமண்டலத்தின் மீது சூரிய காற்றுப்படும்போது அழகான பளிச்சிடும் வெளிச்சம் வானில் தோன்றி நம்மை மெய்மறக்கச் செய்யும்.

சூரியனிலிருந்து வரும் சூரியக் காற்று பூமியின் காந்தப்புலத்தில் மோதுகிறது பூமியின் காந்தப்புலம் வலுவாக உள்ளது. இது விண்வெளியில் பெரும் தொலைவில் விரிந்து கிடக்கிறது. சூரிய காற்று ஏந்தி வரும் மின்னேற்றம் உடையத் துகள்கள் புவிகாந்தப் புலத்துடன் மோதி திசை மாறும். துருவப் பகுதிகளில் காந்தபுல கோடுகள் இணைவதால், இடைவெளி காணப்படும். சூரியகாற்று ஏந்தி வரும் மின்னேற்றத் துகள்கள் துருவப் பகுதிகளில் அயனி மண்டலத்தில் வேகமாக மோதுகின்றன. இந்த மின்னேற்ற துகள்களின் மோதலால் வானத்தில் துருவ ஒளி அல்லது அரோரா (Aurora) ஏற்படுகிறது.

சூரியகாற்றும் பூமியின் காந்தப்புலமும் இணைந்து நடத்தும் வானவேடிக்கை அல்லது வரையும் வண்ண ஒளிக்கோலம் இது என்று சொல்லலாம். இருள் சூழ்ந்த வானத்தில் வண்ணத்தால் ஆடிக் கொண்டிருக்கும் ஒரு திரைசீலை போல இது காணப்படும். இதன் அழகை வார்த்தைகளால் விவரிக்க முடியாது என்று நேரில் பார்ப்பவர்கள் கூறி வருகிறார்கள். மனதை கொள்ளை கொள்ளும் அழகிய வண்ண கலவையாக இந்த துருவ ஒளி காணப்படும்.

ஒளிச் சிதறல் தோன்றும் உயரத்தைப் பொறுத்து, அந்த உயரத்தில் வளிமண்டலத்தில் இருக்கும் வாயுக்களின் கலவையைப் பொறுத்து, இந்த ஒளித்தோற்றத்தின் நிறமும் மாறும். பச்சை, சிவப்பு, நீலம், ஊதா போன்ற நிறங்கள் இந்தத் துருவ ஒளியில் பதிவு செய்யப்பட்டுள்ளன. அதேபோல் ஒளியின் அடர்த்தி அளவு தோன்றும் இடத்திற்கேற்ப மாறுபடும். அதி தீவிரமான ஒளியானது நிலவின் வெளிச்சத்தை போன்று இருக்கும். இந்த ஒளியின் உருவமும் வில் போன்றோ, பட்டைகள் போன்றோ, அல்லது கற்றைகள் போன்றோ வேறுபட்ட நிலைகளில் தோன்றும். துருவ ஒளியானது செட்டம்பர், அக்டோபர் மாதங்களிலும், மார்ச், ஏப்ரல்

மாதங்களிலும் அதிகமாக காணப்படுகின்றன.

1962 க்குப் பிறகே இது சூரியனில் இருந்து வரும் சூரியக் காற்றில் உள்ள துகள்கள் பூமியின் காந்தப்புலத்தின் மீது மோதுவதன் காரணமாக இவை துருவப்பகுதிகளுக்கு திரும்பப்பட்டு நடக்கும் அதிசயம் என்பதை கண்டுணர்ந்தார்கள்.

சூரியக் காற்றும் புயலும்:

சூரியனின் இயல்பான இயக்கம் அவ்வப்போது மாறி, சீற்றம் கொள்ளும். சூரியச் சூறாவளி (solar storm), சூரிய ஒளிப்புயல் (solar flash), சூரிய வெடிப்பு (coronal mass ejections) என்கிற மூன்று முக்கியச் சீற்றங்கள் காந்தப்புயலை ஏற்படுத்தி பூமியின் மீது தாக்கம் செலுத்தும். சூரியனின் இயல்பு இயக்கத்தில் வெளிப்புற மண்டலமான கரோனாவிலிருந்து சூரியக் காற்று எனப்படும் காந்தப்புலத்துடன் கலந்த மின்னூட்டம் கொண்ட அயனித் துகள்களின் வீச்சு நடைபெற்றுக் கொண்டிருக்கிறது. இந்தக் காற்று, கோள்களுக்கு இடையே உள்ள விண்வெளியில் நொடிக்குச் சுமார் 200 முதல் 400 கி.மீ. வேகத்தில் வீசுகிறது.

சூரியன் தன்னைத் தானே சுற்றிக்கொள்வதால் அதன் காந்தப்புலக்கோடுகளில் அவ்வப்போது முறுக்கம் ஏற்படும். குறிப்பிட்ட வரையறையைக் கடக்கும்போது இந்த முறுக்கம் வெட்டிக்கொள்ளும். அப்போது சில வேளைகளில் மிக உக்கிரமாக – நொடிக்கு 800 கி.மீ. வேகத்தில் துகள்கள் பாயும். இதுவே சூரியச் சூறாவளி. சில வேளை முறுக்கிய காந்தப்புலக் கோடுகள் வெடித்துப் புதிய இணைப்பைப் பெறும்.

அப்போது பெருமளவில் ஒளி, எக்ஸ் கதிர், காமா கதிர் முதலிய பெரும் ஆற்றலுடன் வெளிப்படும். இதுவே சூரிய ஒளிப்புயல். முறுக்கிய காந்தப் புலம், பால் பொங்குவதுபோலப் பொங்கி சூரியனின் மேற்புறத்தில் எழுந்தால் அதுவே சூரிய எரிமலை வெடிப்பு அல்லது சூரிய நிறை வெளியேற்ற வெடிப்பு (coronal mass ejection). இந்த மூன்று நிகழ்வுகளின்போதும் சூரியக் காற்றின் வேகம் வெகுவாகக் கூடும்; பூமியின் மீது காந்தப் புயல் ஏற்படும்.

வடதுருவ ஒளித் தோற்றமானது பூமியின் எல்லா இடங்களிலும் தோன்றக் கூடியதாக இருப்பினும், காந்தப்புல சக்தி அதிகமாகவும், நீண்ட இரவைக் கொண்டுமிருக்கும் பூமியின் துருவப் பகுதிகளிலேயே காட்சியாகத் தெரியும் சாத்தியம்

அதிகம் உள்ளது. பூமியின் துருவப் பகுதிகளிலிருந்து, மத்திய ரேகையை நோக்கி நகர்கையில், இந்த அழகிய ஒளியைப் பார்க்கும் வாய்ப்பு குறைந்து விடுகிறது.

முதன் முதலில் பெஞ்சமின் பிராங்கின் இந்த "அதிசய வடதுருவ ஒளி" பற்றிய கவனத்தை உலகிற்குக் கொண்டு வந்தார். அவர் கொடுத்த தத்துவ விளக்கத்தின்படி, செறிவான மின் ஆற்றலின் காரணமாக ஒளிக்கற்றைகளில் ஏற்படும் இடப்பெயர்வு துருவப் பகுதிகளில் காணப்படும் ஈர்ப்புத்தன்மை, மற்றும் உறைபனியால் தீவிரமாக்கப்பட்டு இப்படியான ஒளித்தோற்றம் ஏற்படுகின்றது.

வண்ணம் தரும் வாயுக்கள்:

பூமியின் வளிமண்டலத்திலிருக்கும் (சுமார் 80 கிலோமீட்டர் உயரம்) அணுக்கள், மூலக்கூறு களுக்கும், பூமியின் காந்தப் புலத்திலிருக்கும் மின்னேற்றத்திற்குட்பட்ட துகள்களில் உள்ள எலக்ட்ரான்கள் மற்றும் புரோட்டான்கள் வேறு சில துகள்களுக்கும் இடையே ஏற்படும் மோதல்களால் மின்னியல் தன்மை ஏற்படுகிறது. இதில் ஏற்படும் அதிக ஆற்றலானது ஒளி சக்தியாக மாற்றப்படுகிறது. இது வளிமண்டலத்தில் வண்ண கலவையாக காட்சி தருகிறது.

சூரியனிலிருந்து வெளிப்பட்டு, சூரியப்புயலாக (Solar Wind) பூமியை நோக்கி வரும் மின்கமை கொண்ட புரோட்டான்களும், எலெக்ட்ரான்களும் புவிக்காந்தப்புலத்துக்குள் மிகுந்த வேகத்துடன் நுழைகின்றன.

துகள்களின் மின்கமை காரணமாக, புவிக் காந்தப்புலத்தின் விசைக்கோடுகளுக்கு இணையாக சுருள்வில் பாதையில் அவை நகர்கின்றன. புரோட்டான்கள் நேர் மின்கமையும், எலெக்ட்ரான்கள் எதிர்மின்கமையும் கொண்டிருப்பதால், அவை நேர்-எதிர் திசைகளில் நகர்கின்றன.

வளிமண்டலத்தில் அதிகமாக ஆக்ஸிஜன் மூலக்கூறுகள் இருக்கும் போது இந்த ஒளியானது பச்சை, சிவப்பாக ஒளிக்கிறது. நைட்ரஜன் வாயு இருக்கும் போது வெளிர் சிவப்பு, அடர்த்தியான கரு நீலம் அல்லது ஊதா நிறத்தில் காணப்படும். நைட்ரஜன் அயன்களால் வெளிர் நீளமும், பச்சை நிறமும் உருவாகிறது ஹீலியத்தினால் ஊதா நிறத் தோற்றமும் ஏற்படுகிறது.

மேல் வளிமண்டலத்திலிருக்கும் வேறுபட்ட

வாயுக்களுக்கிடையிலேற்படும் இடைத் தொடர்புகளால், ஆக்சிஜன், நைட்ரஜன் இணைந்து உருவாக்கும் வெவ்வேறு வகையான மூலக்கூறுகளே வெவ்வேறு நிறங்களை இந்த ஒளித்தோற்றம் கொண்டிருக்கக் காரணமாகின்றது. இவ்வொளித் தோற்றத்தின் நிறங்களையும், அளவையும் தீர்மானிப்பதில் சூரியனிலிருந்து வரும் சூரியக் காற்றின் வேகமும் பங்கெடுப்பதாக விஞ்ஞானிகள் தெரிவிக்கின்றனர்.

எந்த நாடுகளில் துருவ ஒளியை காண முடியும்?

துருவ ஒளியை இந்த இடங்களிலிருந்து சிறப்பாக காண முடியும்.

ட்ரோம்சோ, நார்வே (Tromsø, Norway)

யெல்லோ க்னைஃப், கனடா (Yellowknife, Canada)

மர்மான்ஸ்க், ரஷ்யா (Murmansk, Russia).

ஆர்க்னே, ஸ்காட்லாந்து (Orkney, Scotland)

அபிஸ்கோ, ஸ்வீடிஷ் லாப்லாந்து (Abisko, Swedish Lapland)

காக்ஸ்லௌட்டானென், ஃபின்னிஷ் லாப்லாந்து (Kakslauttanen, Finnish Lapland)

கூக் கௌண்டி, மின்னசோட்டா, யுஎஸ்ஏ (Cook County, Minnesota, USA)

கங்கொர்லஸ்வாக், க்ரீன்லாந்து (Kangerlussuaq, Greenland).

ரேய்க்ஜவிக், ஐஸ்லாந்து (Reykjavik, Iceland)

ஃபேர்பேங்க்ஸ், அலாஸ்கா (Fairbanks, Alaska).

எந்த கோள்களில் துருவ ஒளியை காண முடியும்?

பூமி மட்டுமல்லாது வேறு கோள்களிலும் துருவ ஒளிகளைக் காண இயலும். குறிப்பாக,

வியாழன் (Jupiter),

சனி (Saturn),

யுரேனஸ் (Uranus) மற்றும்

நெப்டியூன் (Neptune)

பூமியில் உருவாகும் துருவ ஒளியை போலத்தான் மேற்குறிப்பிட்டுள்ள கோள்களிலும் இந்த நிகழ்வு ஏற்படுகிறது.

யானைகள்



«... சதம்பரம் இரவிச்சந்திரன்



பெளர்ணமி நாளில் முழுநிலா, கடற்கரைக்குச் சென்று ஆர்பரித்துவரும் அலைகள், யானைகள் ஆகியவை அலுப்பு தோன்றாத விஷயங்கள். எடை 3000 முதல் 6000 கிலோ வரை. இவை தங்கள் உணவிற்காக தினம் 16 மணிநேரம் செலவிடுகின்றன. 240 கிலோ உணவு, 230 லிட்டர் நீர். இதற்காக தினம் 20 கி.மீ வரை நடை. இதுதான் யானை.

விலங்குகளுக்கும் மனிதர்களுக்கும் இடையிலிருக்கும் நீண்டகால உறவிற்கு யானைகள் சிறந்த எடுத்துக்காட்டு. மனிதர்களுக்காகத் தங்கள் உயிரையே இவை தியாகம் செய்திருக்கின்றன. முற்காலத்தில் வலிமைமிக்க யானைப்படை இருந்தது. போரின்போது கொல்லப்பட்ட யானைகள்

ஆயிரமாயிரம் இருக்கும். ஆனால் வெற்றிப் பெற்ற பின் எந்த ஒரு அரசனும் இறந்த இந்த வாயில்லா ஜீவன்களுக்காக கருணை காட்டியதாக வரலாறில்லை. மனிதன் தன் சுயநலத்திற்காக நடத்திய போர்களுக்கும் யானைகளுக்கும் எந்தத் தொடர்பும் இல்லை. இதன் ஆற்றல் இதற்கே தெரியாது. தன்னை விட குறைந்த ஆற்றல் உடைய மனிதனுக்கு அது ஊழியம் செய்கிறது. பல பேரரசுகளை உருவாக்கும் திருப்புமுனையாக யானைப்படைகள் இருந்துள்ளன. மகாபாரதக் காலம் தொட்டு 17 ஆம் நூற்றாண்டு வரை யானைகள் போரில் பயன்பட்டன. பின்னர் இது நிறுத்தப்பட்டாலும் பொருட்களைச் சுமந்துசெல்ல இவை பல காலம் பயன்படுத்தப்பட்டன. இன்றும் சாலைவசதி இல்லாத உலகின் பல இடங்களில்

இவை பொருட்களைச் சுமந்துசெல்ல பயன்படுத்தப்படுகின்றன. ஆப்பிரிக்க யானைகள், ஆசிய யானைகள் என இவை இரண்டு வகைகள் உள்ளன. ஆப்பிரிக்க யானைகள் ஆப்பிரிக்க நாடுகளில் வாழ்கின்றன. ஆசிய யானைகள் இந்தியா, இந்தோனேஷியா, இலங்கை போன்ற நாடுகளில் அதிகம் காணப்படுகின்றன. 50 முதல் 70% வரை ஆசிய யானைகள் இந்தியாவில் வாழ்கின்றன. இதனால் இவை இந்தியாவின் பாரம்பரிய விலங்காக அறிவிக்கப்பட்டன. பல்லுயிர்ப்பெருக்கத்தின் சொர்க்க பூமியாகக் கருதப்படும் தென்னமெரிக்காவின் அமேசான் காடுகளில் யானைகள் இல்லை. இது ஒரு வியப்பூட்டும் செய்தி.

யானைகளின் உடலமைப்பு பல அதிசயங்கள் நிறைந்தது. மாற்றியமைக்கப்பட்ட பற்கள் அவற்றின் தந்தங்கள். ஆண் யானைகளுக்கு இவற்றால் கம்பீரமான தோற்றம் ஏற்படுகிறது. இதனால் இவற்றை ஆங்கிலத்தில், meha head animals என்று சொல்வதுண்டு. மிகப்பெரிய தாவரங்களை உண்ணக்கூடிய மரவிலங்கினமாக இவை கருதப்படுகின்றன. தந்தங்கள் இருப்பது ஆண் யானைகளுக்கு ஒரு சிறப்பம்சம். சில ஆண் யானைகள் தந்தங்கள் இல்லாமலும் பிறப்பதுண்டு. சில பெண் யானைகளுக்குத் தந்தங்கள் இருப்பதும் உண்டு. தந்தங்கள் இல்லாத ஆண் யானைகள் மெக்கனால்ட்ஸ் என்று அழைக்கப்படுகின்றன. பொதுவாக தந்தங்களை வைத்தே யானைகளுக்கு உயர் மதிப்பு கிடைக்கிறது.

இவற்றின் இதய அமைப்பு தனிச்சிறப்பு பெற்றது. இதயத்தின் நுனி இரண்டு பிரிவுகளாக இருக்கும். இது ஒரு வித்தியாசமான அமைப்பு. இவற்றின் தும்பிக்கை மாற்றியமைக்கப்பட்ட மூக்கு. யானை சுவாசிக்கும் காற்று தும்பிக்கை வழியாகத் செல்கிறது. இவற்றிற்கு பித்தப்பை இல்லை. பித்தப்பை காண்டாமிருகங்களுக்கும் கிடையாது. மலம் கழிக்கும் ஆசன வாய்ப் பகுதியில் தோலால் ஆன ஒரு பகுதி அமைந்துள்ளது. இதனால், மற்ற விலங்குகளுக்கு எல்லாம் வெப்பமானியை வைத்து காய்ச்சல் இருக்கிறதா என்று கண்டுபிடிப்பதைப் போல யானைகளுக்கு சுலபமாகக் கண்டுபிடிக்க முடியாது. தோல் பகுதியை நீக்கிவிட்டுப் பிறகே வெப்பநிலைமானியை உள்ளே வைக்கமுடியும். மேலேறும் மற்றும் கீழிறங்கும் கோலன் என்று இருபெரும் பிரிவுகள் உள்ளன.

இதனால் யானைகள் உணவு உண்பதற்கே தினமும் 16 முதல் 17 மணிநேரம் வரை செலவிடவேண்டியிருக்கிறது. இந்தப் பெருங்குடல் பகுதிகள் வித்தியாசமானவை. இவற்றின் கால் பகுதி அமைப்பு சிறப்பானது. இது ஆங்கிலத்தில் foot cushion என்று அழைக்கப்படுகிறது. பாதத்தில் மெத்தென்று இருக்கும் ஒரு குஷன் பகுதி உள்ளது. இதனால் மிக அதிக எடை உடையதாக இருந்தாலும் இவைநடக்கும்போது பெரியசத்தம் எழும்புவதில்லை. இதனால் சில சம்பவங்களில் இரண்டு அடி தூரத்தில் யானை இருந்தாலும் தெரியாமல், அதனிடம் சிக்கிக்கொள்ளும் நிகழ்ச்சிகளும் நடந்துள்ளன. இவற்றின் பற்களுக்கும் சிறப்பு தன்மை உள்ளது. ஒரேநேரத்தில் இவற்றின் வாயில் இரண்டு இணை அல்லது நான்கு பற்கள் மட்டுமே இருக்கும். முன்பக்கம் இருக்கும் இரண்டு பற்கள்



அதன் உடலில் இருக்கும்போதே பின்னால் இருக்கும்இரண்டுபற்கள் வளர்ந்துகொண்டிருக்கும். முன்பக்கம் உள்ளவை ஒரு காலகட்டத்தில் கீழே விழுந்துவிடும். பின்பக்கம் இருக்கும் பற்கள் அவற்றை பதிலீடு செய்கின்றன. இதனால் யானைகளின் வாயில் ஒருநேரத்தில் இரண்டு இணைப்பற்கள் மட்டுமே இருக்கும்.

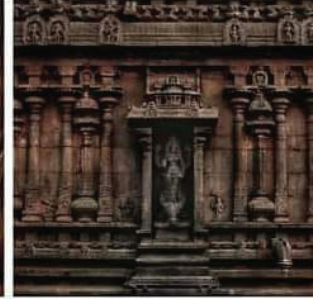
மொத்தம் ஆறு இணைப் பற்கள் மட்டுமே உள்ளன. முதல் இணை பற்கள் 1 முதல் 4 வயது வரை இருக்கும். அடுத்த இணைப் பற்கள் 4 முதல் 6 வயது வரை இருக்கும். மூன்றாவது இணை 9 முதல் 15 வயது வரை இருக்கும். நான்காவது இணை 18 முதல் 28 வயது வரை இருக்கும். ஐந்தாவது இணை 40 ஆண்டு வரையும், கடைசிகட்ட

பற்கள் 75 வயது முதல் யானை இறக்கும்வரை உள்ளன. பற்கள் போய்விட்டால் அவற்றால் சரியாகச் சாப்பிடமுடியாது. இதனால் உடல் எடை குறைந்து போய்விடும், தானாகவே உடல் மெலிந்து இயற்கையான ஒரு மரணத்தை தழுவுகின்றன. இவற்றை எளிதாக மனிதனால் பழக்கமுடிவதற்குக் காரணம் இவற்றின் மூளையில் உள்ள செரிப்ரெல்லாம் பகுதி வித்தியாசமாக அமைந்திருப்பதே. சிம்பன்சி போன்ற விலங்கினங்களின் மூளையில் சுருக்கங்கள் அதிகம் காணப்படுகின்றன. அதனால் அவை அறிவாற்றல் மிக்கவையாக உள்ளன. இதுபோல யானைகளை சிறிய வயதில் இருந்தே மனிதன் பழக்கப்படுத்தி வருகிறான். ஆப்பிரிக்க யானைகளைப் பழக்கப்படுத்துவது மிகக் கடினம். எந்தநேரத்தில் அது வன்முறையாக மாறி மற்றவர்களைத் தாக்கமுற்படும் என்று சொல்லமுடியாது. ஆசிய யானைகளைப் பழக்கப்படுத்துவது எளிது. கலாச்சார, சமூகநீதியாக இவை மக்களுடன் அதிக தொடர்புடையன.

நல்ல உடல்நிலையுடன் இருக்கும் ஒரு யானையின் தும்பிக்கை அசைந்துகொண்டே யிருக்கும். உடல்நலமுடன் ஒரு யானை இருக்கிறது என்பதை அதன் தும்பிக்கையின் அசைவை வைத்தே சொல்லலாம். இதில் எலும்புகள் எதுவும் இல்லை. யானைகள் தும்பிக்கையின் உதவியால் தரையில் விழுந்த ஒரு சிறிய குண்டீசியைக்கூட எளிதில் எடுக்கும். தும்பிக்கையில் உள்ள தசைகளை வளைக்கும் வசதி, பொருட்களின் இருப்பிடத்தைச் சரியாகக் கணிக்கும் திறன் ஆகியவை தும்பிக்கைக்கு உண்டு. உணவு பெறுவதில் தும்பிக்கைக்கு ஒரு முக்கியப்பங்கு இருக்கிறது. மரத்தின் கிளைகளை உடைப்பதிலும், வளைப்பதிலும் தும்பிக்கை பெரிதும் உதவுகிறது. யானையின் பலம் தும்பிக்கையில் இருக்கிறது என்பது உண்மையே. வனப்பகுதியில் அத்துமீறி நுழையும் யாரையும் அது தன் தும்பிக்கையால்தான் பிடித்துத் தூக்கியெறியும். தண்ணீர் குடிக்க தும்பிக்கையே பெரிதும் பயன்படுகிறது. ஒரு யானை சராசரியாக 8 முதல் 10 லிட்டர் தண்ணீரைத் தும்பிக்கையில் நிறுத்திவைத்துக்கொள்கிறது. அதாவது 8 லிட்டர் தண்ணீரைத் தும்பிக்கையால் எடுத்து பின்னர் அதை வாங்குள் ஊற்றிக் குடிக்கமுடியும். தும்பிக்கை பலவிதங்களிலும் பயனுள்ள உறுப்பாக செயல்படுகிறது.

இவற்றின் சமூக வாழ்க்கை வித்தியாசமானது. வயதான ஒரு பெண் யானை ஒரு யானைக் கூட்டத்திற்கு தலைமை தாங்கிச்செல்கிறது. அதன் கீழ் 10 முதல் 150 யானைகள் வரைஇருக்கும். தலைமை தாங்கிச்செல்கின்ற பெண் யானை அதன் வயதினால் தனக்குக் கிடைத்த அனுபவம் மற்றும் திறமையைக் கொண்டு தன் கூட்டத்தை வழிநடத்துகிறது. அவற்றிற்குள் தலைவியைத் தேர்ந்தெடுக்கும் புரிதல் காணப்படுகிறது. கூட்டத்தில் இருந்து ஒரு யானை விரட்டப்படும் சம்பவமும் நடப்பதுண்டு. கூட்டத்தில் ஒரு யானை வயதிற்கு வந்துவிட்டால் அதுவாகவே பிரிந்து தனியாகப் போய்விடும். அதை மற்ற யானைகள் விரட்டவேண்டிய அவசியமில்லை. அது மற்றொரு கூட்டத்தில் வயது வந்த மற்றொரு யானையுடன் இணைந்து இனப்பெருக்கத்தில் ஈடுபடும். ஒற்றை யானை எப்போதும் ஆபத்தானது என்று வனத்துறையினர் கூறுகின்றனர். சுற்றித்திரியும் ஒற்றை யானைகள் பெரும்பாலும் ஆண் யானைகளாகவே இருக்கும். இனச்சேர்க்கைக்காக மோதல்களும் நடப்பதுண்டு. ஒரு பெண் யானை மட்டும் இருந்து இரண்டு ஆண் யானைகள் வந்தால் அவை இரண்டிற்கும் இடையில் கடுமையான சண்டை நடைபெறும். இந்த மோதலில் உடல் வலிமையுடைய இளம் யானைகள் மட்டுமே வெற்றிபெறும்.

ஒரு யானை 40 கி.மீ தூரம் வரை ஒவ்வொரு நாளும் தன் உணவுத்தேவைக்காக நடக்கும். சராசரியாக ஒரு நாளைக்கு அதற்குத் தேவையான உணவு 200 முதல் 240 கிலோ வரை. இந்த உணவு முழுமையும் தாவரங்களே. ஒரு யானையின் ஒரு நாளைக்கான தண்ணீர்த் தேவை 200 முதல் 230 லிட்டர்கள் வரை. வனப்பகுதியில் இருக்கும் யானைகள் தாவரங்களை சாப்பிடுவதைவிட அதிகமாக மரப்பட்டைகளை உரித்துச் சாப்பிடும். சில வனங்களில் உவர்தன்மையுடைய மண் காணப்படும். தாதுக்கள் அடங்கிய இதை வனங்களில் வாழும் யானைகள் சாப்பிடும். இந்த மண்ணில் கால்சியம், சோடியம், பொட்டாசியம் போன்ற சத்துகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. கம்பீரமும் அழகும் நிறைந்த இந்த அற்புத விலங்குகளை தந்தங்களுக்காக மனிதர்கள் அழித்தனர். மனிதர்களுக்கும், விலங்குகளுக்கும் இடையில் நடைபெறும் மோதலில் நடுநாயகமாக விளங்குபவை இவையே. முன்பு போரில் மனிதனுக்காகப் போராடி



உயிரை விட்ட இவை இன்று அதே மனிதனுடன் உணவிற்காக வாழ்விற்காக மோதலில் ஈடுபடுகின்றன. நிலத்தில் வாழும் விலங்குகளில் மிகப்பெரிய விலங்கான இவற்றுக்கு மதம் பிடித்தால் அது ஒரு ஆண்டில் ஒரு மாதம் முதல் இரண்டு மாதங்கள் வரை நீடிக்கும். அடுத்தடுத்த ஆண்டுகளில் ஏறக்குறைய அதே காலகட்டத்தில் அதற்கு மதம் பிடிக்க வாய்ப்புண்டு. மதம் பிடிக்கும் அறிகுறிகள் தெரிந்தவுடன் பாகன் கவனமாக இருக்கவேண்டும். அந்த நேரத்தில் அதைத் தனியாகக் கட்டிவைக்கவேண்டும். கூட்டத்துடன் சேர்த்து வைக்கக்கூடாது. அதற்கு உணவு கொடுப்பதும் கூட தள்ளிநின்று ஒரு வாளியில் வைத்து ஒரு கம்பின் மூலம்தான் கொடுக்கப்படும். சாப்பாடு கொடுக்கும் அளவை அதிகமாக்கி அந்த யானை திருப்தியாக இருக்கும்படி பார்த்துக்கொள்ளப்படுகிறது. யானையின் உடலில்

இருக்கும் டெஸ்ட்சிரான் என்ற ஹார்மோன் அதிகமாக சுரப்பதால் மதம் பிடிக்கிறது. மதம் பிடித்த ஒரு யானையை சுலபமாக அடையாளம் கண்டுபிடிக்கமுடியும். 30 மீட்டர் தொலைவில் இருந்தே அதன் அருகில் செல்லும்போது அதனிடம் இருந்து அழுகிய பழவாசனை போன்ற நாற்றம் அடிக்கும். இதை வைத்து அந்த யானைக்கு மதம் பிடித்திருக்கிறது என்பதை அறிந்து கவனத்துடன் இருக்கவேண்டும். ஆண் யானைகளில் இந்தப் பிரச்சனை அதிகமாக காணப்படுகிறது.

ஆண் யானைகளுக்கு இடையே இனச்சேர்க்கை செய்வதற்கு சண்டைகள் அதிகமாக இருக்கிறது. வலிமையுள்ள யானை மட்டும்தான் சண்டையில் வெற்றி பெற்று இனப்பெருக்கத்தில் ஈடுபடும். இனச்சேர்க்கை முடிந்தபிறகும் அந்த ஆண் யானை அந்த பெண் யானையை விட்டு பல காலத்திற்கு நகராது. இதற்குக் காரணம் மற்ற ஆண் யானைகள்

அந்த பெண் யானையுடன் இனப்பெருக்கத்தில் ஈடுபடக்கூடாது என்பதே. யானையின் சினைக்காலம் 22 மாதங்கள். இது இரண்டு ஆண்டுகளுக்கு சமம். 22 மாதங்கள் கரு வளர்ந்து அதன் பிறகே குட்டியே வெளிவரும். இது மிக நீண்டகால அளவு. வளர்ந்த யானைகளுக்கு எதிரி விலங்குகள் இல்லை. ஆனால், குட்டி யானைகளுக்கு எதிரிகள் இருக்கிறார்கள். புலி, சிறுத்தை, ஓநாய், காட்டுநாய் போன்றவை யானைக்குட்டிகளுக்கு எதிரிகள். யானைகளின் தோல் மிகத் தடிமனானது. இதனால் யானைகளை பாம்பு கொத்தினால் கூட எதுவும் நடப்பதில்லை. ஆனால் பாம்பு அதன் தும்பிக்கையில் கொத்தினால் அது இறந்துவிடும்.

தஞ்சை பெரிய கோயில் எழும்ப யானைகள் ஒரு முக்கியக்காரணம். யானையின் வழித் தடங்களை மனிதர்கள் ஆக்ரமித்துக்கொண்டதால் அவை பெரும் பாதிப்பிற்குள்ளாகின்றன. ஜூன் முதல் யானைகளின் இடம்பெயர்தல் காலம். இது நான்கைந்து மாதங்கள் நீடிக்கும். கர்நாடகாவில் இருந்து கிளம்பி மேற்குத்தொடர்ச்சி மலைத்தொடர் வழியாகக் கிழக்குத்தொடர்ச்சி மலைகளுக்கு பயணிக்கின்றன. மார்ச் மாதம் மீண்டும் அதே வழித்தடத்தில் பயணம் செய்து தங்கள் வாழிடத்திற்கே திரும்பிச்செல்கின்றன. அவற்றின் வழித்தடத்தை மின்னாற்றல் உற்பத்தி நிலையங்கள், வேறு பல காரணங்களுக்காக மனிதன் ஆக்ரமிப்பு செய்கிறான். இதனால், யானைகளுக்கு அவற்றுக்குப் பல ஆண்டுகளாக இருந்த வழித்தடம் புரியாமல் அருகிலிருக்கும் கிராமங்களுக்குள் புகுந்துவிடுகின்றன. வனத்தில் வாழும் இவற்றின் உணவுகளைப் பற்றி போதிய ஆய்வுகள் மேற்கொள்ளப்படவில்லை. பொதுவாக யானைகள் பற்றி வெளியிடப்படும் தகவல்கள் அனைத்தும் வளர்க்கப்படும் யானைகளை வைத்தே சொல்லப்படுகிறது. புரதசத்து அதிகமுள்ள உணவுகளையே இவை அதிகம் உண்கின்றன. போதுமான உணவு காடுகளில் கிடைக்காமல் போகும்போது இவை இடம்விட்டு இடம் பெயர்ந்து செல்கின்றன.

இவற்றின் எண்ணிக்கையை அதிகரிக்க மற்ற விலங்குகளைப் போல பாதுகாக்கப்பட்ட நிலையில் செயற்கைச் சூழலில் இவற்றைக் கருவுறச்செய்வதில் பல சிக்கல்கள் உள்ளன.

யானைகளைத் தாக்கும் ஒரு முக்கிய நோய் ஆந்த்ராக்ஸ். இந்த நோயால் யானைகள்

பாதிக்கப்பட்டால் எந்தவித அறிகுறிகளும் இல்லாமல் விரைவில் இறந்துவிடுகின்றன. இது தவிர உடலிற்குள் இருக்கும் உண்ணிகளால் கழிச்சல் நோய் ஏற்படலாம். வயிற்றுப்பகுதியில் புழுக்களின் காரணமாகக்கூட யானைகள் இறந்துபோவதுண்டு. அபூர்வமாக பெண் யானைகளுக்கும் மதம் பிடிப்பதுண்டு. ஒரு முறை வைத்தீசுவரன் கோயிலில் இருக்கும் ஒரு பெண் யானைக்கும் மத பிடித்தது. ஆண் யானைகளுக்கு பலம் அதிகம். பெண் யானைகள் அந்த அளவுக்குப் பலசாலிகள் இல்லை என்று தவறாக நினைத்துவிடக்கூடாது. வனத்துறையினர் இப்போது பல்வேறு பணிகளுக்காக நன்கு பழக்கப்படுத்தப்பட்ட வளர்ப்பு யானைகளான கும்கி யானைகளை பயன்படுத்துகின்றனர். யானைகளை வாகனத்தில் ஏற்றுவதற்கு கும்கி யானைகளே பயன்படுகின்றன. மற்ற யானைகளை இவை பின்புறத்தில் இருந்து முட்டித் தள்ளிவிட்டு வாகனத்தில் ஏற்றிவிட உதவிசெய்கின்றன. வனங்களை ஒட்டியுள்ள பகுதிகளில் வாழ்பவர்கள் யானைகளுக்கு அவை தப்பித்தவறி காடுகளை விட்டு வெளியில் வரும்போது அவற்றின் தாகத்தைத் தணிக்க ஊர் எல்லையில் பெரிய தொட்டிகளைக் கட்டி அதில் தண்ணீரை நிரப்பிவைக்கலாம். இந்த முறை சில கிராமங்களில் நல்ல பலனை அளித்துள்ளதாக சொல்லப்படுகிறது. மின்சாரவேலிகளை அமைப்பது யானைகளின் உயிரையும், மனிதர்களின் உயிரையும் பறிக்கும் விபத்தாக மாறிவிடுகின்றது. யானை நடமாடும் பகுதிகளில் உள்ளவர்கள் விடிகாலையில் எழுந்து வெளியில் செல்வதைத் தவிர்க்கவேண்டும். அவற்றிற்கு மிகப் பிடித்த வாழை, பலா, கரும்பு போன்றவற்றை காடுகளை ஒட்டியுள்ள வனப்பகுதிகளில் பயிரிடக்கூடாது. மனிதர் களுக்குக் கேட்கமுடியாத 16 முதல் 18 ஹொர்ஸ் அளவுள்ள ஒலி அலைகளைக்கூட யானைகளால் கேட்கமுடியும். அதனால் நம்மை விட பல மடங்கு வலிமை வாய்ந்த ஒரு விலங்குடன் போராடுவதை விட்டுவிட்டு அதனுடன் இணைந்து வாழக் கற்றுக்கொண்டால் யானைகளுக்கும், மனிதர்களுக்கும் இடையே ஏற்படக்கூடிய பல மோதல்களும் தவிர்க்கப்படும்.

யானைகளைக் காப்பது நம் தேசத்தின் பாரம்பரியத்தைக் காப்பதற்கு ஒப்பானது. தெய்வமாக வழிபடப்படும் இவற்றை அழியாமல் பாதுகாப்போம். வாழ்விடுவோம். வாழ்வோம்.

காலநிலை மாற்றமும் பறவைகளின் எண்ணிக்கையும்: ஓர் ஒப்பீடு



«... முனைவர் கண்ணன் வைத்தியநாதன்,
வனவிலங்கு உயிரியலாளர்

பறவைகள் இரையாகவும், வேட்டையாடிகளாகவும் சுற்றுச்சூழல் அமைப்புகளில் முக்கிய பங்கு வகிக்கின்றன. அவை தாவர மகரந்தச் சேர்க்கை மற்றும் விதை பரவலுக்கும் உதவுகின்றன. பறவைகள் உணவு வலைகளின் ஒருங்கிணைந்த அங்கமாகும் மற்றும் வாழ்விட மாற்றத்தின் முக்கிய குறிகாட்டிகளாகும். விலங்குகள் அவற்றை சுற்றியுள்ள சூழலால் பாதிக்கப்படுவதால், காலநிலை மாற்றங்கள் பறவை இனங்களை பெரிதும் பாதிக்கும் எனலாம். உதாரணமாக, அவற்றின் எண்ணிக்கை, இடம்பெயர்வு விகிதம் மற்றும் இனப்பெருக்க நடத்தை ஆகியவை பாதிக்கப்படலாம். புதைபடிவ சான்றுகள் காலநிலை மாற்ற நிகழ்வுகள் பறவை இனங்களின் இருத்தலில் மாற்றங்களை ஏற்படுத்தியுள்ளன. இக்கட்டுரையில், பறவைகள் உயிர்வாழ்வதற்கு உகந்த சூழலியல்கூறுகள் மற்றும் காலநிலை மாற்றம் எவ்வாறு பறவைகளின் எண்ணிக்கையை பாதிக்கும் என்பதை மதிப்பாய்வு செய்கிறோம்.

காலநிலை மாற்றத்தின் ஒட்டுமொத்த தாக்கம்

ஒரு நூற்றாண்டில் (2005 முடிவடைந்தது), பூமியின் மேற்பரப்பின் சராசரி வெப்பநிலை சுமார் 0.74 டிகிரி செல்சியஸ் அதிகரித்திருக்கிறது (IPCC, 2007). இத்தகைய புவி வெப்பமடைதல், உயிரினங்களின் உடலியல், இனப்பெருக்கம் மற்றும் அச்சூழலில் அவை தொடர்பு கொள்ளும் மற்றும் நடந்து கொள்ளும் விதம் உள்ளிட்ட பல உயிரியல் மற்றும் அஜியோடிக் காரணிகளை மாற்றலாம். அவற்றின் எண்ணிக்கை அல்லது



பன்முகத்தன்மை அதிகரிக்கலாம் அல்லது குறையலாம். மேலும், சுற்றுச்சூழலில் மனித தாக்கங்கள் காலநிலை மாற்றத்தின் தாக்கங்களை அதிகப்படுத்தும். இவை பறவைகள் உட்பட தாவரங்கள் மற்றும் விலங்குகள் மீது கூடுதல் அழுத்தத்தை ஏற்படுத்தும். இந்த நோக்கத்திற்காக, காலநிலை மாற்றம் பறவைகளின் எண்ணிக்கையை எவ்வாறு பாதிக்கும் என்பதை ஆராய்ந்து முடிக்கப்பட்ட பல ஆய்வுகள் உள்ளன. இதில் வாழ்விட மாற்றங்கள், நீர் மற்றும் உணவு கிடைப்பதில் ஏற்படும் மாற்றங்கள், பினாலஜி மாற்றங்கள், இடம்பெயர்வு முறைகளில் மாறுபாடு மற்றும் இனங்கள் எண்ணிக்கையில் மாற்றங்கள் ஆகியவை அடங்கும்.

காலநிலை மாற்றம் காரணமாக பறவை இனங்களின் வரம்புகள் மாறலாம். பாதிக்கப்பட்ட

இனங்களைப் பொறுத்து இத்தகைய மாற்றங்கள் நன்மையோ அல்லது தீங்கோ விளைவிக்கும். தடைசெய்யப்பட்ட வரம்புகளைக் கொண்ட குளிர்-தழுவல் பறவைகள், புவி வெப்பமடைதலால் ஏற்படும் வெப்பமான நிலைமைகளுக்குக் குறைவாகத் தழுவி, காலநிலை மாற்றத்திற்கு மிகவும் எளிதில் பாதிக்கப்படுகின்றன. ஆர்க்டிக் பறவை இனங்கள் ஆண்டுக்கு 0.8 கிலோமீட்டர் தூரம் துருவத்தை நோக்கி இடம்பெயர்கின்றன என்று பின்லாந்து ஆராய்ச்சி காட்டுகிறது. அதிக உயரத்தில் உள்ள உயிரினங்களுக்கு ஆர்க்டிக் கிடைப்பது குறைவதால் இறுதியில் உடலியல் சவால்களை அவை எதிர்கொள்ளலாம். இவை நிகழக்கூடிய மாற்றங்கள் அல்ல. பறவை இனங்கள் தங்கள் வரம்புகளை அட்சரேகையாகவும் சரிசெய்யும். எடுத்துக்காட்டாக, ஆசியாவின் அழிந்து வரும் கறுப்பு முகம் கொண்ட ஸ்பூன்பில், பிளாட்டாலியா மைனர் பறவைகளின் மீது நடத்தப்பட்ட சுற்றுச்சூழல் மாதிரிகள், 2080 ஆம் ஆண்டளவில் அவ்வினங்கள் அதன் வரம்பை வடக்கு நோக்கி பல கிலோமீட்டர்கள் வரை மாற்றும் என்று கணித்துள்ளது.

காலநிலை மாற்றத்துடன் வரம்பு மாற்றங்களுக்கான புதைபடிவ சான்றுகள்

பறவைகள் மீதான பழங்கால ஆய்வுகள், காலநிலை மாற்றங்களால் பறவை இனங்கள் தாக்கத்திற்கு உள்ளானதாக கூறுகின்றன. உதாரணமாக, பழம் உண்ணும் பறவைகளின் குழுவான டிராகோஸ் தற்போது துணை-சஹாரா ஆப்பிரிக்காவில் மட்டுமே காணப்படுகிறது. இருப்பினும், இந்த பறவைகளின் மூதாதையரின் 52 மில்லியன் ஆண்டுகள் பழமையான புதைபடிவம் வயோமிங் மாநிலத்தில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இன்று வயோமிங்கின் தட்பவெப்பநிலை தற்போதுள்ள டிராகோஸ் பறவை இனங்களுக்கு வாழத் தகுதியற்றுப்போனது. ஆனால், இப்பகுதியில் ஏற்பட்டுள்ள கடுமையான காலநிலை மாற்றங்களைக் கருத்தில் கொண்டு ஒரு காலத்தில் பொருத்தமானதாக இருந்திருக்கலாம் என கணிக்கப்படுகிறது.

காலநிலை மாற்றம் மற்றும் நீர் இருப்பு

மாறிவரும் தட்பவெப்ப நிலை நீர் இருப்பை பாதிக்கும் என்று எதிர்பார்க்கலாம். அன்செரிஃபார்ம்ஸ் அல்லது நீர்ப்பறவை போன்ற நீர் ஆதாரங்களை அதிகம் சார்ந்திருக்கும் பறவை

இனங்களை இது எவ்வாறு பாதிக்கும் என அறிவது அவசியமாகிறது. காலநிலை மாற்றங்களால் நீர்ப்பறவைகள் ஏற்கனவே பாதிக்கப்பட்டுள்ளன என்பதற்கான சான்றுகள் உள்ளன. காலநிலை மாற்றம் வெப்பநிலை மாற்றங்களைத் தூண்டுவது மட்டுமல்லாமல், வாழ்விடத்திலும் மாற்றங்களைத் தூண்டும். உயிரினங்கள் உயிர்வாழ்வதற்கான மிக முக்கியமான சுற்றுச்சூழல் மழைப்பொழிவு மற்றும் வெப்பநிலை ஆகியவை உள்ளன என்று புல்வெளி பறவை இனங்கள் பற்றிய ஆராய்ச்சி மூலம் கண்டறியப்பட்டது. இடம்பெயர்ந்த நீர்ப்பறவைகளின் இருத்தலுக்கு பொருத்தமான ஈர நில வாழ்விடங்கள் அவசியம், மேலும் பல நாடுகள் அத்தகைய வாழ்விடங்கள் தொடர்ந்து நிலைத்திருப்பதை உறுதிசெய்ய பாதுகாக்கப்பட்ட பகுதிகளை கொண்டுள்ளன. நிலைமைகள் மாறும்போது இந்தப் பகுதிகள் எதிர்காலத்தில் பறவைகளுக்கு ஏற்றதாக இருக்குமா என்பதை அறிவதே பிரச்சனையாக உள்ளது.

காலநிலை மாற்றம் மற்றும் உணவு கிடைப்பது

பறவைகள் தவிர தாவரங்கள் மற்றும் பிற விலங்குகளும் காலநிலை மாற்றங்களால் பாதிக்கப்படும். பறவைகளுக்கான உணவின் முக்கிய அங்கமான பூச்சிகள் மற்றும் முதுகெலும்பில்லாத உயிரினங்களின் மிகுதியும், பன்முகத்தன்மையும் இதில் அடங்கும். பூச்சிகள் உட்பட முதுகெலும்பில்லாத உயிரினங்கள், மாறிவரும் வெப்பநிலை மற்றும் மழைப்பொழிவுக்கு ஏற்ப அவற்றின் செயல்பாட்டையும், இனப்பெருக்கத் தையும் எக்டோர்மிக் உயிரினங்கள் சரிசெய்யும். இந்த உயிரினங்களின் மீது காலநிலை மாற்றத்தின் விளைவு, அவற்றின் செயல்பாடு மற்றும் இனப்பெருக்கம் ஆகியவற்றில் ஏற்படும் மாற்றமாகும். முதுகெலும்பில்லாத உயிரினங்களின் ஒப்பீட்டு பன்முகத்தன்மை மற்றும் காலநிலை ஏற்ற இறக்கங்களுடன் மாறும் என்று எதிர்பார்க்கப்படுகிறது.

முதுகெலும்பில்லாத இரை கிடைப்பதை மாற்றுவது, பறவை இனங்களை பாதிக்கும். காலநிலை மாற்றம் ஏற்கனவே வடக்கு கலிபோர்னியாவில் அதிக உயரத்தில் உள்ள பட்டாம்பூச்சிகளை பாதித்துள்ளது. வண்ணத்துப்பூச்சிகள் பறவைகளுக்கு முக்கியமான இரையாகும். வண்ணத்துப்பூச்சிகள் வெகுவாகக் குறைவது



பறவைகளுக்குக் குறைவான உணவே கிடைக்க வழிவகுக்கும். பூச்சிகள் எங்கு வாழ்கின்றன மற்றும் அவற்றின் உடலியல் மற்றும் சூழலியல் சகிப்புத்தன்மை என்ன என்பதைப் பொறுத்து இதே போன்று மற்ற வகை பூச்சிகளிலும் மாற்றங்கள் ஏற்படும். நம்பகமான உயர்தர உணவு ஆதாரம் இல்லாமல், பறவை இனப்பெருக்கம் குறையத்தொடங்கும்.

வருடாந்திர சுழற்சிகள் மற்றும் இனப்பெருக்கம் மீதான தாக்கங்கள்

பறவைகள் உயிர்வாழ்வதற்கும், இனப்பெருக்கம் செய்வதற்கும் சுழற்சி மற்றும் பருவகால நிகழ்வுகளுக்கு பினாலஜியின் சரியான நேரம் அவசியம். பறவைகள் குறிப்பாக உணவு மற்றும் வானிலைக்கு உகந்ததாக இருக்கும் பருவத்துடன் இணைந்து இனப்பெருக்கம் செய்யும் முயற்சிகளை மேற்கொள்கின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, பல பறவை இனங்கள் நாட்கள் நீளமாகவும், வெப்பமாகவும் இருக்கும் போது இனப்பெருக்கம் செய்கின்றன. ஏனெனில் அக்காலகட்டம் குஞ்சுகளுக்கு அதிக உணவுகள் கிடைக்க வழிவகுக்கும். இவ்வாறாக அதிகப்படியான உணவு கிடைப்பது மற்றும் மிதமான பகுதிகளில் கோடை காலத்தின் நீண்ட நாட்கள் குஞ்சுகளின் எண்ணிக்கையை அதிகரிக்கலாம். இது இறுதியில் சந்ததிகள் உயிர்வாழும் முரண்பாடுகளை அதிகரிக்கும். காலநிலைமாற்றம் பறவைகளின் இனப்பெருக்க காலத்தை பாதிக்கிறது என்பதை அறிய முடிகிறது.

வெவ்வேறு தட்பவெப்ப சூழலில் உள்ள இனங்கள் மாறுபட்ட உடலியல் தேவைகளைக் கொண்டுள்ளன, அவை காலநிலை மாறும்போது

பாதிக்கப்படுகின்றன. காலநிலை மாற்றங்களின் விளைவுகள் சிக்கலானவை மற்றும் கணிக்க முடியாதவை. உணவு கிடைப்பதில் ஏற்படும் மாற்றங்கள் உணவு வலைகளில் ஒரு அடுக்கு விளைவை ஏற்படுத்தும். அதில் ஒரு இனத்தின் மிகுதியில் ஏற்படும் மாற்றங்கள் மற்ற அனைத்திலும் தாக்கத்தை ஏற்படுத்தும். இத்தகைய ட்ரோபிக் அடுக்குகள் சம்பந்தப்பட்ட இனங்களைப் பொறுத்து நேர்மறை மற்றும் எதிர்மறையான தாக்கத்தை ஏற்படுத்தலாம்.

உணவு கிடைப்பதில் ஏற்படும் மாற்றங்கள், பூச்சிகள், பிற முதுகெலும்பில்லாத விலங்குகள் மற்றும் தாவரப் பொருள்களை உண்ணும் பறவைகள் ஆகியவற்றுடன், இனங்களுக்கிடையேயான வள தொடர்புகளில் தாக்கத்தை ஏற்படுத்தும். காலநிலைமாறும்போது, பல பறவை இனங்கள் இடம்பெயர்வதற்கு உணவு கிடைக்காமல் போகும். வெப்பநிலை குறையும் போது மற்றும் உணவுகளும் குறைவாகக் கிடைக்கும் போது, பறவைகள் குளிக்காலத்திற்கு ஏற்ற இடங்களைக் கண்டறிய இடம்பெயர்கின்றன. இருப்பினும், காலப்போக்கில், தட்பவெப்ப நிலைகள் நிலைமைகளை மாற்றியமைக்கலாம், இது சில மாற்றங்களை ஏற்படுத்தும். பறவைகள் உயிர்வாழ வேண்டுமானால், அவை இடம்பெயரும் காலத்தை மாற்ற வேண்டியிருக்கும்.

பறவைகளின் இடப் பெயர்வு மீதான தாக்கம்

உலகெங்கிலும் உள்ள பல பறவை இனங்களுக்கு இடபெயர்வு அவசியம். இடபெயர்வு பறவைகளை உணவு பற்றாக்குறையாக இருக்கும். மோசமான நிலைமைகளிலிருந்து விலகி, உணவு கிடைப்பதற்கு ஏற்ற சிறந்த நிலைமைகளுக்கு பறவைகளை நகர்த்த தூண்டுகிறது. மாதிரி உருவாக்கங்களையடிப்படத்தும் ஆராய்ச்சியாளர்கள், காலநிலைகளில் ஏற்படும் மாற்றங்களால் நெடுந்தொலைவுக்கு இடபெயர்வு பறவைகளின் வரம்புகள் எதிர்மறையாக பாதிக்கப்படக்கூடும் என்று தெரிவிக்கின்றனர். இத்தகைய உயிரினங்களுக்கு பொருத்தமான வாழ்விடங்கள் வடக்கு நோக்கி நகரக்கூடும். பறவைகள் தங்களுக்குப் பொருத்தமான வாழ்விடத்தைப் பொருத்து அவற்றின் எல்லைகளை மாற்றிக் கொள்ளும். காலநிலை மாற்றம் இனங்கள் இனப்பெருக்க காலத்தில் தங்கள் நேரத்தை குடியேற்றத்திற்குள் செலவிடும் இடத்தை

மாற்றலாம். இனங்கள் இனப்பெருக்கம் செய்யும் இடங்கள் மற்றும் அவற்றின் குளிர்காலம் ஆகிய இரண்டும் காலநிலை மாற்றங்களால் பாதிக்கப்படலாம்.

சில பகுதிகளில் பறவை இனங்களின் செழுமை அல்லது பல்வேறு இனங்களின் எண்ணிக்கையைக் குறைக்க நில பயன்பாட்டில் ஏற்படும் மாற்றங்கள் காலநிலை மாற்றத்துடன் தொடர்புடையது. சில சூழ்நிலைகள் மற்றும் இடங்களில், காலநிலை மாற்றத்தின் காரணமாக பறவை இனங்களின் செழுமை உண்மையில் அதிகரிக்கலாம். இந்த நிலையில், காலநிலையில் ஏற்படும் மாற்றங்களுக்கு ஏற்ப புதிய இனங்கள் அதிக அளவில் நகர்ந்துள்ளன. மாறிவரும் காலநிலைக்கு தனிப்பட்ட இனங்கள் எவ்வாறு பதிலளிக்கும் என்பதைக் கணிப்பது கடினம். சில வன இனங்கள் தங்கள் வரம்பை மாற்றி புதிய பகுதிகளுக்குள் நுழையலாம், இது உள்ளூர் இனங்களின் செழுமையை அதிகரிக்கும், ஆனால் மற்ற இடங்களில், இனங்கள் குறையலாம் அல்லது ஒரு பகுதியை விட்டு வெளியேறலாம், இது இனங்களின் செழுமையைக் குறைக்கலாம். புதிய பகுதிகளுக்கு நகரும் இனங்கள், அவ்விடங்களை பூர்வீகமாகக் கொண்ட இனங்களுடன் போட்டியிடலாம், இதனால் அவற்றின் எண்ணிக்கை குறைகிறது.

பறவை அடல்ஸ் திட்டங்களின் வரலாற்றுத் தரவுகள் ஒரு நாட்டிற்குள்ளும் பல்வேறு பிராந்தியங்களிலும் குறிப்பிட்ட உயிரினங்களின் வடிவங்களை மாற்றுவதற்கான பயனுள்ள நுண்ணறிவுகளை வழங்க முடியும். பறவை அடல்ஸ் திட்டம் என்பது ஒரு பிராந்தியத்தின் ஒரு குறிப்பிட்ட கட்டத்திற்குள் காணப்பட்ட அனைத்து உயிரினங்களையும் எண்ணிக்கைபதிவு செய்வதாகும். இதனால் பறவை பரவதல் பேர்ட்டு-டெர்ன்களின் அடல்ஸை உருவாக்குகிறது. உயிரினங்களின் வரம்புகள் மற்றும் ஒப்பீட்டு மிகுதிகள் மாறுகின்றனவா? எந்த அளவிற்கு மாறுகின்றன என்பதை மதிப்பிடுவதற்கு விஞ்ஞானிகள் மற்றும் ஆர்வலர்களுக்கு இந்த அடல்ஸ் உதவும்.

பறவை இனங்களுக்கு மிகப்பெரிய அச்சுறுத்தல்களில் ஒன்று காலநிலை மாற்றம் மற்றும் நிலப்பரப்புகளின் மனித தாக்கத்தால் ஏற்படும் வாழ்விட மாற்றம் ஆகும். பெருகிவரும் நகரமயமாக்கல் மற்றும் காடழிப்பு ஆகியவை

பறவைகள் உட்பட பல விலங்கு இனங்களுக்கு கடுமையான விளைவுகளை ஏற்படுத்துகின்றன. காலநிலை மாற்றம் மேலும் குறைக்கப்பட்ட வாழ்விடத்திற்கு வழிவகுக்கும் என்று எதிர்பார்க்கலாம். இது ஆபத்தில் இருக்கும் பறவை இனங்கள் மீது அதிக அழுத்தத்தை ஏற்படுத்துகிறது. முன்னர் அச்சுறுத்தப்படாத பறவைகள், எதிர்காலத்தில் இத்தகைய காலநிலை மாற்றங்களுடன் மாறக்கூடும். தட்பவெப்ப நிலைகளில் ஏற்படும் மாற்றங்கள் பறவை எண்ணிக்கை விளைவுகளை ஏற்படுத்தும், ஏனெனில் வாழ்விடங்கள் மேலும் துண்டாக்கப்படும் அல்லது குறைக்கப்படும்.

மிகவும் எளிதில் பாதிக்கப்படக்கூடிய விலங்குகள் பெரும்பாலும் சிறப்பு (ஸ்டெனோடோபிக்) இனங்கள் ஆகும். இவை பொதுவாத (யூரிடோபிக்) இனங்களை விட சுற்றுச்சூழல் இடையூறுகளால் மிகவும் பாதிக்கப்படக்கூடியவை. ஸ்டெனோடோபிக் இனங்கள் பொதுவாக மிகவும் மெதுவாக, மாறிவரும் நிலைமைகளுக்கு ஏற்றவாறு மாற்றியமைக்கின்றன. எதிர்காலத்தில் ஏற்படும் காலநிலை மாற்றம் உயிரினங்களை மேலும் ஆபத்தில் ஆழ்த்தலாம் மற்றும் உயிரினங்கள் அச்சுறுத்தலுக்கு ஆளாக்கலாம் என்பதைப் புரிந்துகொள்வதன் மூலம் பறவை இனங்களுக்கு பாதுகாப்பு கிடைக்கலாம். இத்தகைய புரிதல் பறவை மோண்மை திட்டங்களை வடிவமைப்பதில் உதவலாம், அவசர அல்லது சிறப்பு கவனம் தேவைப்படும் இனங்களை அடையாளம் காணுதல் மற்றும் IUCN ரெட் லிஸ்ட் போன்ற தளவடிவங்கள் மூலம் பாதுகாப்பு நிலையை இதன் மூலம் வழங்க முடியும்.

காலநிலை மாற்றம் பறவைகளை பல வழிகளில் பாதிக்கும். வெவ்வேறு இனங்கள் தட்பவெப்ப மாற்றத்திற்கு ஏற்ப தங்கள் வரம்புகளை மாற்றலாம். இது வாழ்விடங்களை மாற்றுகிறது. இனப்பெருக்கம் மற்றும் வருடாந்திர சுழற்சிகள் காலநிலை மாற்றங்களால் பாதிக்கப்படும். பறவைகளின் இடம்பெயர்வு முறைகள் போன்றவை, மாறுபடலாம். காலநிலை மாறுபாடு மற்றும் எதிர்காலத்தில் ஏற்படும் மாற்றங்கள் பறவைகளை அச்சுறுத்தலுக்கு உள்ளாகும் அல்லது அழிந்து வரும் உயிரினங்களுக்கு புதிய சவால்களை ஏற்படுத்தும் என்பதை பாதுகாவலர்கள் புரிந்துகொள்வது மிகவும் முக்கியமானது.

மனிதர்கள் இன்னமும் பரிணாம மாற்றம் அடைகிறார்களா?



«... நன்மாறன்



நம் பூமியில் பல லட்சம் உயிரினங்கள் வாழ்கின்றன. மனிதர்கள் உட்பட உலகில் வாழும் அனைத்து உயிரினங்களும் முதலில் தோன்றிய ஒற்றைச் செல் உயிரினங்களில் இருந்து பரிணமித்து வந்தவையே.

உயிர்கள் பரிணாம மாற்றம் அடைவதற்கு மரபணுக்களே மூலக் காரணம். எல்லா உயிர்களும் டி.என்.ஏக்களைக் கொண்டிருக்கின்றன. இந்த டி.என்.ஏ பெற்றோரிடம் இருந்து அடுத்த தலைமுறைக்குச் செல்லும்போது அப்படியே செல்லாமல் சில மாறுபாடுகளுடன் செல்கிறது. இந்த மாறுபாடுகள் பிறக்கும் குழந்தைகளுக்குப் பெற்றோரிடம் இல்லாத புதிய பண்புகளைத் தருகின்றன. உதாரணமாக புதிதாக பிறந்த

நாய்க்குட்டிகளுக்கு பெற்றோரைவிட அடர்த்தியான ரோமம், மோப்ப சக்தி, நீண்ட வால் போன்றவை ஏற்படுகின்றன. இதைத்தான் மரபணுத் திரிபு (Mutation) என்கிறோம்.

இந்த மாறுபாடுகளில் எந்தெந்தப் பண்புகள் புறச் சூழலுக்கு ஏற்றவாறு உயிர் வாழ உதவுகின்றனவோ அவற்றைக் கொண்டிருக்கும் குட்டிகள் மட்டுமே பிழைக்கும். மற்ற குட்டிகள் வாழ இயலாமல் மடிந்துவிடும். இவ்வாறு குறிப்பிட்ட பண்புகளைக் கொண்ட குட்டிகள் மட்டும் உயிர் பிழைத்திருக்க தேர்ந்தெடுக்கப்படுவதை இயற்கைத் தெரிவு (Natural Selection) என்கிறோம்.

இவ்வாறு இயற்கைத் தேர்வின் அடிப்படையின் ஓர் உயிரினம் தொடர்ந்து மாற்றம் அடையும்போது

அது வேறொரு உயிரினமாகவே பரிணமித்து விடுகிறது. உதாரணமாக நாம் பார்க்கும் நாய் ஓநாய் வகை மூதாதையிடம் இருந்து பரிணமித்து வந்தது. மனிதர்களாகிய நாமும் ஒருவகை முதனிகளில் (Primates) இருந்து பரிணமித்து வந்திருக்கிறோம். நாய்பரிணமித்துவந்ததற்கான அடையாளமாகத்தான் தண்டுவட எலும்பின் வால் பகுதி (Tail Bone), குடல்வால் (Appendix) ஆகியவை எச்சங்களாக இருக்கின்றன.

இயற்கைத் தெரிவு மட்டுமல்ல, மரபணு திசைவிலகல் (Genetic Drift), பாலுறவுத் தெரிவு (Sexual selection) போன்ற பிற இயக்குவிசைகளும் பரிணாம மாற்றத்தை கட்டுப்படுத்துக்கின்றன. இவ்வாறு பரிணாம மாற்றம் என்பது உயிர்களிடையே தொடர்ந்து நடைபெறும் ஒன்றாக இருக்கிறது.

இங்கே இரண்டு கேள்விகள் வரலாம்.

ஒன்று, எல்லா உயிர்களும் தொடர்ந்து பரிணாம மாற்றம் அடைகின்றன என்றால், மனிதர்களாகிய நாமும் தொடர்ந்து மாற்றம் அடைகிறோமா?

அடைகிறோம் என்றால் நம்மால் அதனை ஏன் அவதானிக்க முடியவில்லை? அதாவது ஓர் உயிரினம், மரபணுத் திரிபால் அடுத்த தலைமுறையில் புதிய பண்புகளைப் பெறுகிறது அல்லவா? அதுபோல மனிதர்களிடம் ஏன் புதிய பண்புகளைப் பார்க்க முடியவில்லை?

இரண்டாவது கேள்வி மனிதர்கள் வேறொரு ஓர் உயிரினத்திடம் இருந்து பரிணமித்து வந்தவர்கள் என்றால், எதிர்காலத்தில் மனித இனமும் வேறொரு உயிரினமாக மாற்றம் கொள்ளுமா?

இரண்டு கேள்விகளுக்கும் ஆம் என்பதுதான் பதில்.

முதல் கேள்விக்கான பதிலை விளக்கமாகப் பார்ப்போம். மனிதர்கள் பரிணாம மாற்றம் அடைவதை நாம் ஏன் பார்க்க முடியவில்லை? இதற்குக் காரணம் மிக எளிமையானது. தனி மனிதர்கள் மாற்றம் அடைவதை நாம் தினமும் பார்க்கிறோம். ஓர் குழந்தை பிறக்கும்போது அப்படியேவா பிறக்கிறது? அது பெற்றோரைவிட தோற்றத்திலும், பண்புகளிலும் மாற்றம் கொண்டிருக்கிறது அல்லவா? அதனால் மரபணு திரிபு ஏற்படுகிறது என்பது உறுதி. ஆனால் அந்த மரபணுத் திரிபு ஓர் குறிப்பிட்ட மக்கள் தொகைக்கே பொதுவானதாக அமையும்போதுதான் மனித இனம்

ஒட்டுமொத்தமாக பரிணாம மாற்றம் அடைகிறது என்பதை நாம் உறுதி செய்ய முடியும்.

உண்மையில், அதனை நிரூபிக்கும் ஆய்வுகளும் நம்மிடம் இருக்கின்றன.

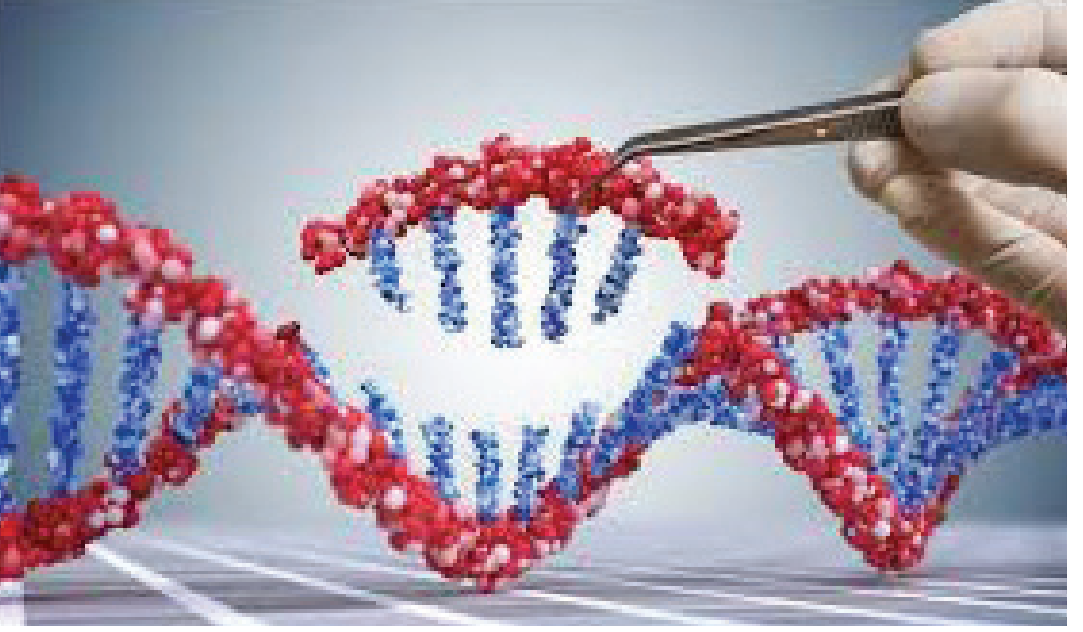
இன்றைக்கு உலகில் பிறக்கும் ஒவ்வொரு குழந்தையும் சராசரியாக 70 புதிய மரபணு திரிபுகளைக் கொண்டுள்ளன என்கின்றன ஆய்வுகள். அதாவது பெற்றோரிடம் இல்லாத 70 புதிய மாற்றங்களை குழந்தைகள் பெறுகின்றன. இந்தப் புதிய மாற்றங்கள் அடுத்தடுத்த தலைமுறைக்கும் கடத்தப்படும்போது ஒரு குறிப்பிட்ட எண்ணிக்கையிலான மனிதர்களுக்கு அந்த மரபணுக்கள் பொதுவானதாக மாறிவிடும்.

இப்படித் திரிபுகள் பொதுவாக மாறியதற்கும் நம்மிடம் பல சான்றுகள் உள்ளன. மடகாஸ்கர் பகுதியில் மக்கள் தொகையில் குறிப்பிட்ட சிலருக்கு மட்டும் மலேரியா நோய் எதிர்ப்புத்தன்மை உருவாகி இருக்கிறது. இது குறிப்பிட்ட மரபணுத் திரிபு அங்கே பொதுவாகி இருக்கிறது என்பதற்கான சான்று. இந்த மாற்றம் வெறும் 2000 ஆண்டுகளில் நடைபெற்றிருக்க வேண்டும் என்கிறனர் ஆய்வாளர்கள்.

அதேபோல வேறு சில சான்றுகளும் இருக்கின்றன. இந்த உலகில் உள்ள பெரும்பாலான உயிரினங்கள் வளர்ந்தவுடன் பாலை கிரகிக்கும் தன்மையை இழந்துவிடுகின்றன. ஆனால் மனிதர்கள் மட்டும் பாலை ஜீரணிக்கும் ஆற்றலைப் பெற்றுள்ளனர். இந்தப் பண்பு மனிதர்கள் உருவானபோது நம்மிடம் இருந்திருக்கவில்லை. கடந்த சில ஆயிரம் ஆண்டுகளில் மனிதர்கள் கால்நடைகளைப் பழக்கத் தொடங்கியதில் இருந்து ஏற்பட்ட மாற்றம் என்கின்றனர் விஞ்ஞானிகள்.

அமெரிக்காவின் மாசசூசெட்ஸ் மாகாணம், ஃப்ரேமிங்ஹாம் நகரத்தில் 1948ஆம் ஆண்டு முதல் சேகரித்த தரவுகளின் அடிப்படையில் 2010ஆம் ஆண்டு ஆய்வு ஒன்று நடத்தப்பட்டது. அந்த ஆய்வில் அப்பகுதி பெண்களுக்கு கருத்தரிக்கும் வயது குறைந்திருப்பதும், மாதவிடாய் நிறுத்த (Menopause) வயது தள்ளிப்போயிருப்பதும் தெரிய வந்திருக்கிறது. இங்கே பரிணாம மாற்றம் பெண்களின் இனப்பெருக்க காலத்தை மாற்றி அமைத்திருக்கிறது.

2022ஆம் ஆண்டு மேற்கொள்ளப்பட்ட ஆய்வு



ஒன்றில் மனித உடலில் புரதங்கள் உருவாக்கத்திற்குக் காரணமான மரபணுத் தொகுதிகளில் இரண்டு சிறிய மாற்றங்கள் ஏற்பட்டிருப்பது கண்டறியப்பட்டது. இந்த மாற்றம் மனிதர்கள் குரங்குகளுடனான பொது மூதாதையரில் இருந்து பிரிந்து வந்தபோது ஏற்பட்டவை எனவும் அறியப்பட்டுள்ளது.

2017 ஆம் ஆண்டு பிரிட்டனில் நடைபெற்ற ஆய்வு ஒன்றில் வயதானவர்களுக்கும் இளையவர்களுக்கும் இடையே உள்ள மரபணு வேறுபாடுகளை விஞ்ஞானிகள் ஆய்வு செய்தனர். அதில் நீண்ட ஆயுளையும், பிழைத்திருக்கும் தன்மையையும் பாதிக்கும் மரபணுக்கள் எந்த அளவுக்கு இளையவர்களிடம் இடம்பெற்றுள்ளன என விஞ்ஞானிகள் ஆராய்ந்தனர்.

ஆச்சரியமூட்டும் விதமாக இளைஞர்களிடம் அவர்கள் ஆயுளைப் பாதிக்கும் இரண்டு மரபணு திரிபுகள் மட்டுமே கண்டறியப்பட்டன. ஒரு மரபணு திரிபு அவர்களை அதிகம் புகைப்பிடிக்க உந்தக்கூடியதாக இருந்தது. மற்றொன்று அல்சைமர் நோய் ஆபத்தை ஏற்படுத்தக்கூடிய திரிபு. உண்மையில், மரபணுக்களால் பல நோய்க்கூறுகள் ஏற்பட வாய்ப்பிருக்கின்றன. ஆனால் அந்த மரபணுக்கள் எல்லாம் காலப்போக்கில் மக்கள் தொகையிடம் இருந்து நீக்கப்பட்டிருக்கிறது. மேற்கூறிய இரண்டு பாதிப்புகளை ஏற்படுத்தும்

மரபணுக்களே அதிகம் காணப்பட்டன. இது, தீங்கு விளைவுக்கு மரபணுக்கள் இயற்கைத் தெரிவின் காரணமாக ஏற்கெனவே மனிதர்களிடம் இருந்து நீக்கப்பட்டுள்ளன என்பதைத் தெளிவுபடுத்துகிறது.

மேலும், தற்போது நீடிக்கும் இரண்டு வகையான தீங்கு விளைவுக்கும் மரபணுக்களும் காலப்போக்கில் நீக்கப்படும், அவை தற்போது நிலைத்திருப்பதற்குக் காரணம் அவை சுயிபத்தில்தான் திரிந்து வந்திருக்க வேண்டும் என்று விஞ்ஞானிகள் கூறுகின்றனர்.

பரிணாம மாற்றத்தில் தீங்கு விளைவிக்கும் மரபணுக்கள் நீக்கப்படுவதை சுத்திரிகரிப்பு தெரிவு (Purifying Selection) என்று அழைக்கின்றனர். பொதுவாக இயற்கைத் தெரிவு புறறி அறிந்திருக்கும் நாம் உயிர் பிழைத்திருக்க உதவும் பண்புகள் நிலைத்திருப்பதை மட்டுமே அதிகம் வாசித்திருப்போம். ஆனால் தீங்கு விளைவிக்கும் மரபணுக்கள் நீக்கப்படும் தெரிவும் அடிக்கடி நிகழும் ஒன்றே.

அதேபோல நிலைத் தெரிவு (Stabilizing Selection) என்கிற ஒரு நிலையும் இருக்கிறது. இதன்படி மரபணுத் திரிபால் ஏற்படும் பண்பு இரண்டு உச்சநிலைகளுக்கு இடையில்தான் இருக்கும். உதாரணமாகச் சிகவின் எடை, மனிதர்கள் உயரம் ஆகிய பண்புகளை எடுத்துக்கொள்ளுங்கள். மனிதர்களின் சராசரி உயரம் திடீரென்று 8

அடிக்குச் செல்லாது. அதேபோல 2 அடிக்கும் குறையாது. இந்த இரண்டு உச்சநிலைக்கும் இடைப்பட்ட நிலையில்தான் நீடிக்கும்.

இவை அனைத்தும் இயற்கைத் தெரிவின் அடிப்படையில் பரிணாம மாற்றம் நிகழ்வதை உறுதி செய்கின்றன.

இவை எல்லாவற்றையும்விட இயற்கைத் தெரிவு நடைபெறுவதற்கு மிகச்சிறந்த சான்றாக இந்தோனேசியாவின் பஜாவு மக்களிடம் எடுக்கப்பட்ட ஒரு ஆய்வு திகழ்கிறது. இந்தோனேசியத் தீவுகளில் பஜாவு என்கிற பழக்குடி மக்கள் வாழ்ந்து வருகின்றனர். இந்த மக்களால் கடலுக்கு அடியில், 60 அடி ஆழத்தில் சுமார் 10 நிமிடங்களுக்கு மேல் மூச்சைப்பிடித்து வைத்திருக்க முடியும். சாதாரண மனிதர்களால் வெறும் 2-3 நிமிடங்களுக்குத்தான் மூச்சை அடக்க முடியும் எனும்போது பஜாவு மக்களால் மட்டும் நீண்ட நேரம் கடலுக்கு அடியில் நிலைத்திருக்க முடியும். இது எப்படி?

பஜாவு இனத்தினர் நீண்ட நேரம் மூச்சை அடக்கி கடலுக்குள் நீந்தும் பண்பை இயற்கைத் தெரிவால் பெற்றுள்ளார்கள் என்கின்றனர் ஆய்வாளர்கள்.

பஜாவு மக்களின் மண்ணீரல் சாதாரண மனிதர்களைவிட 50% பெரியது. இந்த மண்ணீரல்தான் உடலுக்குள் இருக்கும் ஆக்சிஜன் சிலிண்டர். சிவப்பு ரத்த அணுக்கள் ஆக்சிஜனை உடல் எங்கும் கொண்டு செல்கிறது அல்லவா? மண்ணீரல்தான் சிவப்பு ரத்த அணுக்களைச் சுத்திகரிக்கும் வேலையைச் செய்கிறது. மனிதர்கள் சுவாசிக்க இயலாத தருணங்களில் ஆக்சிஜன் கலந்த சிவப்பு ரத்த அணுக்களை உடல் பாகங்களுக்கு அனுப்புகிறது.

இதனால் மிகப்பெரிய அளவிலான மண்ணீரலைக் கொண்டிருக்கும் உடலால் வெளிக்காற்று இல்லாமலேயே சில நிமிடங்களுக்கு இயங்க முடியும். திமிங்கிலம், கடல் சிங்கம் போன்ற உயிரினங்களின் மண்ணீரல் பெரியது. அதனால்தான் அவற்றால் நீருக்கடியில் பல நிமிடங்களுக்கு சுவாசிக்காமல் செல்ல முடிகிறது. இதுவேதான் பஜாவு மக்களின் உடலிலும் நடைபெற்றிருக்கிறது.

பஜாவு மக்கள் நீர் நிறைந்த சூழலிலேயே ஆயிரத்துக்கும் மேற்பட்ட ஆண்டுகளாக வாழ்ந்து

வருகின்றனர். தங்கள் வாழ்நாளில் பாதியைக் கடலுக்கு அடியிலேயே செலவழிக்கின்றனர். இதனால் அவர்கள் அடுத்தடுத்த தலைமுறையை உருவாக்கும்போது ஏதோ ஒரு கட்டத்தில் மரபணு திரிபு ஏற்பட்டு பெரிய மண்ணீரல் எனும் பண்பு உருவாகியுள்ளது. அந்தப் பண்பு அவர்கள் நீண்ட நாட்கள் உயிர் வாழ உதவியாக இருக்கவே, அடுத்தடுத்த தலைமுறைக்கும் கடத்தப் பட்டிருக்கிறது. இதுவும் இயற்கைத் தெரிவுக்கு ஒரு சான்று.

இப்போது இரண்டாவது கேள்விக்கு வருவோம். மனிதர்கள் பரிணாம மாற்றம் அடைகிறார்களா என்றால் அவர்கள் வேறொரு உயிரினமாக பரிணமிக்க வாய்ப்பிருக்கிறதா? இதற்குப் பதில் சொல்வது எளிதல்ல.

உண்மையில் பரிணாமம் என்பது தொடர்ந்து நடைபெறும் செயல்பாடு. அதன் நோக்கம் ஒற்றை விளைவு அல்ல. அதேபோல பரிணாம மாற்றம் நெர்க்கோட்டில் பயணிப்பதில்லை.

இன்றைய உலகில் புறச்சூழல்கள் தொடர்ந்து மாறுதலுக்கு உட்பட்டு வருகின்றன. இதனால் மனிதர்களிடையே ஏற்படும் மாற்றங்களில் எந்தெந்த மாற்றங்கள் காலப்போக்கில் நிலைத்திருக்கும் எனச் சொல்ல முடியாது. அதேபோல சில மாற்றங்கள் பின்னோக்கியும் செல்லலாம் என்கின்றனர் விஞ்ஞானிகள். அதனால் மனிதர்களிடம் புதிய மாற்றங்களை எதிர்ப்பார்க்கலாமே ஒழிய, எந்தவிதமான மாற்றங்களை எதிர்பார்க்கலாம் என்று யாராலும் பதில் சொல்ல இயலாது.

உதவிய தரவுகள்:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3276617/>

<https://www.nature.com/articles/s41586-022-05010-7>

<https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.0906199106>

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38236800/>

[https://www.cell.com/cell-reports/fulltext/S2211-1247\(22\)01696-5](https://www.cell.com/cell-reports/fulltext/S2211-1247(22)01696-5)

<https://journals.plos.org/plosbiology/article?id=10.1371/journal.pbio.2002458>

புரிதலை திருத்திய புரட்சிச் சோதனைகள்-2



முனைவர் செ.சண்முகம் (Radio VU2 CSM)



முன்னாள் ஆசிரியர் “அறிவுக்கண்”

Managing Trustee,

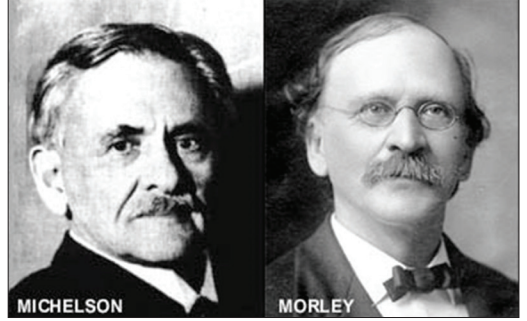
Center for Science Promotion and Research (CSPR), Chennai.

புரிதலை திருத்திய புரட்சிச் சோதனைகள் என்ற தலைப்பில் இந்த இதழில் இயற்பியல் (Physics) தொடர்பான ஒரு சோதனையைப் பற்றியும் அது ஏற்படுத்திய மாற்றத்தைப் பற்றியும் காண்போம்.

மைக் கல்சன் – மார்லி சோதனை (Michelson–Marley experiment) என்று இயற்பியலில் அழைக்கப்படும் சோதனையைப் பற்றித்தான் இந்த இதழில் காணவிருக்கிறோம். சோதனையின் விவரங்களை அறிந்துகொள்வதற்கு முன் எதற்காக அந்த சோதனை மேற்கொள்ளப்பட்டது என்ற விவரத்தை தெரிந்துகொள்வது அவசியமாகிறது.

இயற்பியலின் ஒரு உட்பிரிவு ஒளியியல் (Optics / Light). ஒளி என்பது ஆற்றலின் ஒரு வகை என்பதை அறிவோம். ஒளி எப்படி ஓரிடத்திலிருந்து மற்றொரு இடத்திற்கு செல்கிறது என்பது குறித்து ஒரு கருத்தியல் 17ம் நூற்றாண்டில் நிலவி வந்தது. அதாவது ஈதர் (Ether) என்ற ஒரு ஊடகம் பிரபஞ்சம் முழுமைக்கும் பரவி இருப்பதாகவும், அது இல்லாத இடமே பிரபஞ்ச வெளியில் இல்லை என்பதாகவும், அதுதான் ஒளி ஓரிடத்தில் இருந்து மற்றொரு இடத்திற்குச் செல்வதற்கு உதவுகிறது என்றும் கூறி வந்தார்கள். ஏன் அப்படி கூறினார்கள்? என்பதற்கும் காரணம் இருக்கிறது.

அமைதியாக இருக்கின்ற ஒரு குளத்து நீரில் ஒரு கல்லைப் போட்டால் கல் விழுந்த இடத்தை மையமாகக் கொண்டு, அதைச் சுற்றிலும் வட்டவடிவில் அலைகள் உருவாகி, விரிந்து பரவிச் செல்வதை நாம் பார்த்திருக்கிறோம். அந்த அலைஇயக்கம் (Wave Motion) எதில் நடைபெறுகிறது



என்ற கேள்விக்கு “குளத்து நீரில்” என்று விடை சொல்கிறோம். நீர் இல்லை என்றால் அலை இயக்கம் கிடையாது. நீரில் உருவான அலை, தொடர்ந்து விரிந்து பரவ உதவியாக இருப்பது அந்த நீரே தான். பொதுவாக எதன் வழியாக அலை இயக்கம் நடைபெறுகிறதோ அதை ஊடகம் (Medium) என்று அழைப்பார்கள். நீரில் உருவான அலைஇயக்கம் பரவிச் செல்ல துணையாக இருந்து உதவி புரிந்தது நீர் என்ற ஊடகம்.

இன்னொரு எடுத்துக்காட்டு பார்ப்போம். ஒருவர் பேச்சை இன்னொருவர் கேட்கிறார் என்றால் என்ன பொருள்? பேசியவர் உருவாக்கிய ஒலி அலைகள் (Sound Waves) காற்றில் பரவிச் சென்று, கேட்கிறவர் காதிற்குள் நுழைவதால் அவரால் கேட்க முடிகிறது. இருவருக்கும் இடையில் காற்று என்ற ஊடகம் இருப்பதால் இருவரும் பேசிக் கொள்ள முடிகிறது. இருவருக்கும் இடையே காற்று கொஞ்சம் கூட இல்லை என்று கற்பனை செய்து கொண்டால் இருவரின் உதட்டசைவுகளை மட்டுமே பார்க்க முடியும். உரையாடலை இருவராலும்

மற்றவர்களாலும், கேட்கவே முடியாது. அப்படியானால் ஒளி அலைகளை எடுத்துச் செல்லும் ஊடகம் காற்று என்பது தெளிவாகிறது. இன்னும் சற்று ஆழமாக சிந்தித்துப் பார்த்தால் அலைஇயக்கம் என்ற ஒன்று தனியாக கிடையாது. ஊடகத்தில் தொடர்ந்து ஏற்படுத்தப்படும் சலனங்கள் / அதிர்வுகள் தான் அலை இயக்கமாக மாறி நார்புறமும் பரவிச் செல்கின்றன என்பது தெளிவாகும். (The fluctuations created in the medium gets the name “Waves” and the continuation of the fluctuations in all directions with time results in wave motion).

இதுவரை பார்த்த எடுத்துக்காட்டுகளிலிருந்து, அலைஇயக்கம் என்ற ஒன்று நடைபெற வேண்டுமானால் ஒரு ஊடகத்தின் தயவு அவசியம் என்று தெரிகிறது. ஒளியும் அலை அலையாகச் செல்கிறது என்ற கருத்தை நெதர்லாந்து தேசத்தைச் சேர்ந்த கிறிஸ்டியன் ஹைஜன்ஸ் (Chrystian Huygens) என்பவர் வெளியிட்டு அதற்கான நிரூபணத்தையும் தந்திருந்தார். ஆனால் ஒளி என்பது துகள்களால் ஆனது என்றும் துகள்களின் ஓட்டத்தினால் தான் ஒளி பரவுகிறது என்றும் நியூட்டன் கூறியிருந்தார். ஹைஜன்ஸ் கூற்றுப்படி ஒளி அலைஅலையாகப் பரவிச் செல்கிறது என்பது உண்மையானால், அதற்கு ஒரு ஊடகத்தின் தயவு தேவையல்லவா? எனவே இயற்பியலாளர்கள் (Physicists) 1800களில் ஈதர் (Ether) என்ற ஊடகம் பிரபஞ்சம் முழுவதும் பரவி இருக்கிறது என்றும் அதனால் தான் ஒளி ஓரிடத்தில் இருந்து மற்றொரு இடத்திற்கு பரவிச் செல்கிறது என்றும் கூறிவந்தனர்.

சிக்கல் என்னவென்றால், ஒளி பரவிச் செல்ல காரணமாக இருக்கும் அந்த ஈதர் என்ற ஊடகம் எப்படிப்பட்டது? அதன் பண்புகள் என்ன? என்ற கேள்விகளுக்கான விடை, தெளிவை தருவதற்கு பதில் குழப்பத்தையே விளைவித்தது. முன்னுக்குப் பின் முரணான விளக்கங்கள் தரப்பட்டன.

எடுத்துக்காட்டாக, ஈதர் என்ற ஊடகம் ஒரு பாய்மப் பொருளாக (Fluid) இருக்க வேண்டும் என்று வாதிடப்பட்டது. அப்படி இருந்தால்தான் அது பிரபஞ்சவெளி முழுவதும் பாய்ந்து பரவி இருக்க முடியும் என்பது வாதம். அதற்கு முற்றிலும் மாறாக ஈதர் என்ற ஊடகம் எஃகு இரும்பைக் காட்டிலும் பல மில்லியன் மடங்கு கடினத்தன்மை வாய்ந்த ஊடகமாக இருக்க வேண்டும் என்பது இன்னொரு சாரார் வாதம். அப்படி இருந்தால்தான் அதிக அதிர்வெண் உடைய ஒளி அதன் வழியே பரவிச்

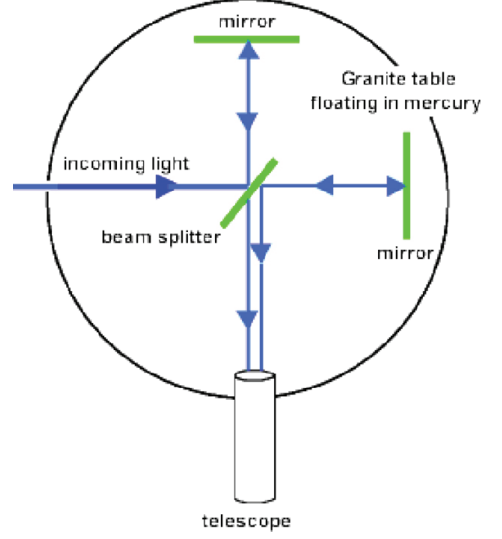


Image Courtesy :
University of California, San Diego

செல்ல முடியும் என்பது அவர்கள் தரும் விளக்கம். மேலும் ஈதர் என்ற ஊடகத்திற்கு எடையே இருக்க முடியாது (Massless), அதற்கு பாகுத்தன்மை (Viscosity) இருக்க முடியாது. அப்படி இருக்குமானால் பிரபஞ்சவெளியில் சுற்றிக் கொண்டிருக்கும் கோள்களால் எளிதாக சுற்ற முடியாது.

விளக்கெண்ணெய் நிரம்பியுள்ள ஒரு ஜாடியில் ஒரு இரும்புத் துண்டை போட்டால் அது அந்த விளக்கெண்ணெய் வழியாக ஊடுருவிச் சென்று ஜாடியின் அடிபாகத்தை அடைய நீண்ட நேரம் ஆகிறது. விளக்கெண்ணெய் இரும்புத்தூண்டின் இயக்கத்திற்கு அதிக தடை கொடுக்கும். ஆகையால் இரும்புத்துண்டு தரையை அடைய அதிக நேரம் எடுத்துக் கொள்கிறது. இந்த சோதனையில் விளக்கெண்ணெய்க்கு பதிலாக தண்ணீரை எடுத்துக் கொண்டு செய்து பார்த்தால் இரும்புத் துண்டு வெகு விரைவில் ஜாடியின் அடிபாகத்திற்கு சென்று விடும். விளக்கெண்ணெயின் பாகுத்தன்மை தண்ணீரின் பாகுத் தன்மையை விட பல மடங்கு அதிகம். (உராய்வு என்பது திடப்பொருள்களின் இயக்கத்திற்கு எதிராக செயல் படும் விசை என்பது போல் திரவப்பொருள்களில் இயக்கத்திற்கு எதிராக செயல்படுவது தான் பாகுத்தன்மை.)

சுருக்கமாகவும் சற்று வேடிக்கையாகவும் சொல்வதென்றால், ஒரு குறிப்பிட்ட நபர் எப்படி இருப்பார் என்று இன்னொரு நபரிடம் அடையாளம்

காட்டச் சொல்வதாக கற்பனை செய்து கொள்வோம். அடையாளம் காட்டும் இரண்டாம் நபர், “அவர் ஒல்லியாகவும் குண்டாகவும் இருப்பார். கருப்பாகவும் சிவப்பாகவும் இருப்பார். குள்ளமாகவும் உயரமாகவும் இருப்பார்” என்றெல்லாம் அடையாளம் காட்டினால் அடையாளம் கேட்க வந்தவர் குழம்பிப் போகாமல் என்ன செய்வார்? காரணம், சொல்லப்பட்ட அடையாளக் குறிப்புகள் அனைத்தும் ஒன்றுக்கொன்று முரண்பட்டவை. ஒரே நபர் ஒரே சமயத்தில் எப்படி முரண்பட்ட அடையாளங்களைக் கொண்டிருக்க முடியும்? முடியாதல்லவா? அது போலத்தான் ஈதருக்கும் முரண்பட்ட அடையாளங்கள் தரப்பட்டன.

இந்த குழப்பம் இயற்பியல் அறிஞர்களை பெரிதும் பாதித்தது. உண்மையில் அப்படி ஒரு ஊடகம் இருக்கிறதா என்ற அடிப்படை சந்தேகமே ஒரு கட்டத்தில் வந்து விட்டது. சரி! இந்த குழப்பத்திற்கு ஒரு முடிவு கிட்ட வேண்டும் என்ற நிலைக்கு இயற்பியலாளர்கள் தள்ளப்பட்டனர். “பூனைக்கு யார் மணி கட்டுவது?” என்ற கேள்வி எழுந்த போது “நாங்கள் கட்டுகிறோம்” என்று முன் வந்தவர்கள்தான் மைக்கல்சனும், மார்லியும். எப்படி அவர்கள் இந்த பிரச்சினைக்கு முடிவு கட்டினார்கள் என்ற விவரத்தை அறிந்து கொள்ள வேண்டும் என்றால், அதோடு தொடர்புடைய இன்னும் சில செய்திகளை அறிந்து கொள்வது அவசியமாகிறது.

1880களில் ஈதர் பிரச்சினை பெரும் தலைவலியாக இருந்தது. ஈதர் என்ற ஊடகம் எங்கும் பரவி, ஆனால் அசைவே இல்லாமல் நிரம்பி இருக்கிறது என்று கருதப்பட்டது. ஒளி என்பது ஈதர் ஊடகத்தின் அலை இயக்கம்தான் என்று எடுத்துக் கொண்டால், அதன் திசைவேகம் (Velocity) (சரியாகவும் கவனமாகவும் அளக்கப்படுமானால்) பூமியின் தனித்த நிலை திசைவேகத்தை (absolute velocity) கொடுக்கும். (சூரியனோடு ஒப்பிட்டு செய்யப்பட்ட திசைவேகம் அல்ல) இதையும் எளிதாக புரிந்து கொள்ள ஒரு எடுத்துக்காட்டை பார்க்போம்.

ஒரு விமானம் மணிக்கு 150 கிலோ மீட்டர் வேகத்தில் பறப்பதாக கற்பனை செய்து கொள்வோம். வளிமண்டலத்தில் காற்றின் வேகம் மணிக்கு 145 கிலோ மீட்டர் என்று வைத்துக் கொள்வோம். விமானம் காற்றடிக்கும் திசையிலேயே பறந்து செல்வதாக கற்பனை செய்து கொண்டால், தரையில் இருந்து பார்க்கும் ஒருவருக்கு, விமானம் மணிக்கு 295 கிலோமீட்டர் (150 + 145) வேகத்தில்

பறப்பது போன்று தெரியும். அதற்கு மாறாக, காற்றடிக்கும் திசைக்கு எதிர்த் திசையில் விமானம் பறப்பதாக கற்பனை செய்து கொண்டால், தரையில் இருந்து பார்க்பவருக்கு, விமானம் மணிக்கு வெறும் 5 கிலோமீட்டர் வேகத்தில் பறப்பதாகவே தோன்றும்.

காற்று எந்த ஒரு குறிப்பிட்ட திசையை நோக்கியும் வீசாமல் அமைதியாக இருப்பதாக கற்பனை செய்து கொள்வோம். அந்தச் சூழ்நிலையில் விமானத்தின் வேகம் தெரிந்தால், காற்றினால் உருவான வேக வித்தியாசத்தைக் கொண்டு காற்றின் இயல்பான வேகத்தை கணக்கிட்டு விட முடியும் அல்லவா? அதுபோல, அமைதியாக எங்கும் பரந்துள்ள ஈதர் ஊடகத்தின் ஊடே பூமி ஓடிக்கொண்டிருப்பதாக கற்பனை செய்து கொள்வோம். இந்த சூழ்நிலையை வேறு விதமாகவும் பார்க்கலாம். அதாவது பூமி ஓடாமல் அமைதியாக ஒரே இடப்ப்பதில் இருப்பதாகவும், அதைச் சுற்றிலும் உள்ள ஈதர் ஊடகம் ஓடிக்கொண்டிருப்பதாகவும் பார்க்கலாம் அல்லவா? அதாவது ஓடிக்கொண்டிருக்கும் ஒரு பேருந்தில் நாம் பயணம் செய்யும்போது, பேருந்தில் இருந்து கொண்டு வெளிப்புறம் பார்க்கும்போது, வெளியில் உள்ள மரங்கள், வீடுகள், விளக்குத் தூண்கள் போன்றவை பேருந்து சென்று கொண்டிருக்கும் திசைக்கு எதிர்த் திசையில் பயணம் செய்வது போன்று தெரிகிறது அல்லவா? அது போலத் தான்.

பூமியிலிருந்து பார்க்கும் போது, ஓடிக்கொண்டிருப்பதாக தோன்றும் ஈதர் ஊடகத்தின் ஓட்டம், எந்தத் திசையில் இருக்கின்றதோ, அந்த திசையிலேயே ஒளியும் செல்வதாக கற்பனை செய்து கொண்டால், ஈதர் ஊடகத்தின் வேகத்துடன் ஒளியின் வேகமும் சேர்ந்து கொண்டு ஈதர் ஊடகம் அதிகவிரைவான வேகத்தில் செல்வது போன்று தோற்றமளிக்கும். அதற்கு மாறாக, ஒளி எதிர்த் திசையில் பயணம் செய்யுமானால், ஈதர் ஊடகம் மிகவும் குறைந்த வேகத்தில் செல்வது போன்று தோற்றமளிக்கும். ஆனால் ஈதர் ஊடகத்தின் வேகம் மிக அதிகமாக இருக்க முடியாது. ஒளியின் வேகத்தில் குறிப்பிடத்தக்க சதவீதத்தில் ஈதர் ஊடகம் பயணிப்பதாக கற்பனை செய்து கொண்டால், இயல்புக்கு மாறான வித்தியாசமான விளைவுகள் நிகழ வேண்டும். எடுத்துக்காட்டாக, வழக்கமாக ஒளியானது வட்ட வடிவில் நாலாபுறமும் பரவிச் செல்வதற்கு பதிலாக, முட்டை வடிவில் பரவிச் செல்ல வேண்டும். ஆனால் அது போன்ற

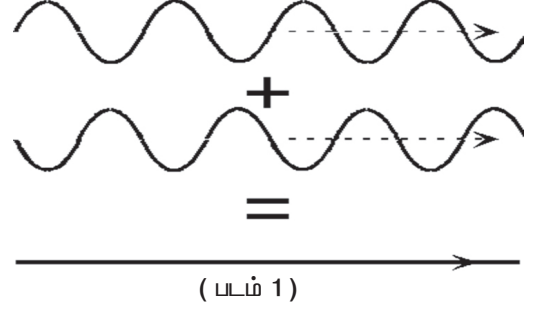
நிகழ்வினை இதுவரை எவரும் பார்த்ததில்லை. அதற்கு என்ன பொருள்? விளைவுகள் (Effects) மிக மிகக் குறைவாக, கவனிக்கத்தக்க அளவுக்கு இல்லாமல் இருக்கலாம். மற்றும் பூமியின் தனித்த நிலை திசைவேகம் (Absolute velocity), ஒளியின் வேகத்தில் மிக மிகக் குறைந்த சதவீதம் அளவு மட்டுமே இருக்க முடியும். மைக்கல்ஸன் அந்த குறைந்த அளவை அளந்து பார்த்து விட வேண்டும் என்று ஆசைப்பட்டார்.

1881இல் மைக்கல்ஸன் ஒளியின் குறுக்கீட்டு விளைவை கண்டறிய உதவும் கருவியான குறுக்கீட்டுமானி (Interferometer) ஒன்றை வடிவமைத்தார். ஒளிக்கதிர் ஒன்றை இரண்டு கதிர்களாக பிரித்து, இரண்டும் ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தாக இருக்கும் வகையில், 90 டிகிரி கோணத்தில், இரு வேறு திசைகளில் பயணிக்க வைத்து, பின் அவைகள் மீண்டும் திரும்பி வந்து சந்திக்குமாறு தன் குறுக்கீட்டுமானி கருவியை வடிவமைத்தார்.

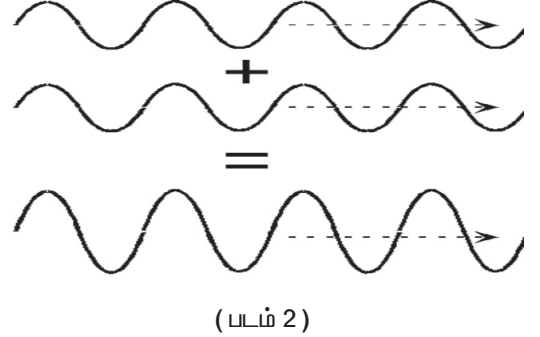
இரண்டு கதிர்களும் இரு வேறு திசைகளில் பயணித்து திரும்பி வந்தாலும், பயண தூரம் இரண்டுக்கும் ஒரே மாதிரியாக இருக்குமாறு பார்த்துக் கொண்டார். அவ்வாறு வடிவமைத்ததற்கு காரணம் இல்லாமல் இல்லை. தூரம் ஒரே அளவாக இருப்பதால் இரண்டு கதிர்களும் போய் திரும்பி வர ஒரே நேரத்தையே எடுத்துக் கொள்ளும் என்பது அவர் கணிப்பு. இரண்டு கதிர்களும் திரும்பி வந்து, மீண்டும் ஒரு புள்ளியில் இணைந்து ஒரே கதிராக மாறும்போது, முதலில் வெளிவந்த ஒன்றை ஒளிக்கதிரில் இல்லாத எந்த ஒரு பண்பும், இணைந்து ஒன்றான ஒளிக்கதிரில் இருக்க முடியாது என்பது கருத்து.

அதற்கு மாறாக இரண்டு ஒளிக் கதிர்களின் பயண நேரம் வேறு வேறாக இருக்குமானால், அவைகள் திரும்ப வந்து புறப்பட்ட புள்ளியை அடையும்போது, அவைகளின் அலை வடிவ இணைப்பு ஒரே நிலையில் (In Phase) இருக்க முடியாது. ஒரு அலையின் மேடும் (Crest), அடுத்த அலையின் பள்ளமும் (Trough) சந்திக்கின்ற சூழ்நிலை ஏற்படலாம். அவ்வாறான சூழ்நிலையில் இரண்டு அலைகளும் ஒன்றை ஒன்று ரத்து செய்துவிடுமாகையால் ஒளியே இல்லாமல் இருள் சூழ்ந்தது போல் அல்லது நிழல் விழுந்தது போல் ஆகிவிடும். இதை அழித்தல் குறுக்கீடு (Destructive Interference) என்று அழைப்பார்கள்.

படம் 1



முன்னர் குறிப்பிட்டது போல் இரண்டு அலைகளும் ஒரே நிலையில் சந்திக்குமாயின் ஒன்றின் மேடும் (Crest), அடுத்த அலையின் மேடும் ஒத்திசைந்து சந்திக்கலாம் அல்லது ஒன்றின் பள்ளமும் (Trough) அடுத்த அலையின் பள்ளமும் ஒன்றிணைந்து சந்திக்கலாம். இவற்றில் எது நடந்தாலும் இரண்டு அலைகளின் திணிவும் (Intensity) ஒன்றிணைவதால், கிடைக்கும் அலையின் திணிவும் மிக அதிகமாகி, பிரகாசமான ஒளிப்பட்டையாக தோன்றும். இதை ஆக்கல் குறுக்கீடு (Constructive Interference) என்று அழைப்பார்கள். (படம் 2)



தூர வித்தியாசத்தைப் பொறுத்து எப்படி வேண்டுமானாலும் நிகழலாம். அதன் விளைவு என்னவாக இருக்கும்? இறுதியில் ஒன்றிணைந்த ஒளியினை தொலைநோக்கியின் வழியாக பார்க்கும்போது, ஒளிப்பட்டை, நிழற்பட்டை, ஒளிப்பட்டை, நிழற்பட்டை என்று அடுத்தடுத்து (Alternate Bright and Dark Fringes) அமையும். இதை குறுக்கீட்டு விளைவு (Interference) என்று அழைப்பார்கள். (படம் 3)

குறுக்கீட்டுப் பட்டை (Interference Fringes)



(படம் 3)

சரி! சோதனையின் நோக்கம் என்ன? இரண்டு ஒளிக்கதிர்களையும் ஒரே தூரத்தைக் கடந்து திரும்புமாறு செய்யும் போது, ஒரே நேரம் எடுத்துக் கொள்ளுமாதையால், இரண்டும் ஒரே சமயத்தில் ஒரே நிலையில் (In Phase) ஒன்றிணைவதால் குறுக்கீட்டு விளைவு நிகழாது. எனவே அடுத்தடுத்த, ஒளிப்பட்டை, நிறுப்பட்டைகள் தோன்றாது.

சரி! கணிப்பு சரியாகத்தான் இருக்கிறது! ஆனால் இந்த அனுமானம் எப்போது சரியாக இருக்கும்? இரண்டு ஒளிக்கற்றைகளும் தங்கள் தங்கள் திசைகளில் பயணித்து திரும்பும்போது, இடையில் எந்த குறுக்கீடும் இல்லை என்கின்ற சூழ்நிலையில் இது சரி. அதாவது இடையில் உள்ள ஈதர் என்ற ஊடகத்தின் தலையீடு அல்லது குறுக்கீடு எதுவும் இல்லாதபோது இது சரி.

ஆனால் நிலைமை என்ன? ஈதர் என்ற ஊடகம் எல்லா இடங்களிலும் பரவி இயங்கிக் கொண்டிருப்பதாக சொல்லப்படுகிறது. அப்படியானால் ஈதர் என்ற ஊடகம் எந்த திசையில் பயணிக்கின்றதோ, அதே திசையில் ஒரு ஒளிக்கற்றையும் பயணிப்பதாக கொள்வோம். அப்போது ஒளியின் வேகத்துடன் ஈதரின் வேகமும் சேர்ந்து கொள்ளும். ஒளிக்கற்றை திரும்பி வரும்போது ஈதர் பயணிக்கும் திசைக்கு எதிர்த்திசையில் பயணிப்பதால், அப்போது ஒளியின் வேகம் குறைந்துவிடும். எனவே ஒட்டுமொத்தமாக பார்க்கும்போது, ஈதர் திசையில் பயணித்து, பின் அதற்கு எதிர் திசையில் பயணித்து, திரும்ப வரும் ஒளி அதிக நேரம் எடுத்துக் கொள்ளும்.

இதற்கு மாறாக, இந்த ஒளிக்கு 90 டிகிரி கோணத்தில் செங்குத்தாக பயணிக்கும் இன்னொரு ஒளிக்கற்றை ஈதர் பயணிக்கும் திசைக்கு குறுக்காக பயணம் செய்யும் அல்லவா? அம்மாதிரி ஈதர் திசைக்கு குறுக்காக பயணம் செய்து, மீண்டும் அதே மாதிரி திரும்பி வரும்போதும், ஈதர் திசைக்கு குறுக்காக பயணித்து திரும்பும் அந்த ஒளி எடுத்துக் கொள்ளும் நேரம், முதலில் சொன்ன ஒளிக்கற்றை எடுத்துக் கொள்ளும் நேரத்தை விட குறைவாகவே இருக்கும்.

ஈதர் பயணிக்கும் வேகம் மிக அதிகமாக இருந்தால், நேர வித்தியாசமும் அதிகமாக இருக்கும். நேர வித்தியாசம் அதிகமாக இருந்தால் குறுக்கீட்டு பட்டைகள் (Interference Fringes) அகலமாக அமையும். எனவே இறுதியாக கிடைக்கின்ற குறுக்கீட்டு பட்டைகளின் தன்மையை கவனித்து, அதன் மூலம் ஈதர் பயணிக்கும் வேகம்

எவ்வளவு என்பதை கணக்கிட்டு விடலாம் என்று எண்ணினார் மைக்கல்ஸன். அதன் மூலம் பூமியின் தனித்த நிலை இயக்கத்தை கணக்கிட்டு விடலாம் என்றும் மைக்கல்ஸன் எண்ணினார்.

முதன் முதலில் மைக்கல்ஸன் இச்சோதனையை ஜெர்மனியில் செய்து பார்த்தார். நகரத்தின் போக்குவரத்து அதிர்வுகள் கருவியின் செயல் திறனை பாதித்துவிடக் கூடாது என்பதற்காக, மிகவும் கவனமுடன் பாறையின் மீது வடிவமைத்தார். ஒரு வழியாக, ஒரு ஒளிக்கற்றையை இரண்டாக பிரித்தனுப்பி, மீண்டும் திரும்ப வந்து ஒன்று சேருமாறு செய்து பார்த்தார். அவர் எதிர்பார்த்த குறுக்கீட்டு பட்டைகள் கிடைக்கவே இல்லை. சோதனையில் தவறு இருக்குமா? என்பதற்காக, திரும்பத் திரும்ப பலமுறை செய்து பார்த்தார். அவருக்கு கிடைத்தது ஏமாற்றமே! குறுக்கீட்டுபட்டைகள் தோன்றவே இல்லை. எங்கே தவறு? எப்படி தவறு? அவருக்கு ஒன்றும் புரியவில்லை. அப்படியே சோதனையை சில ஆண்டுகளுக்கு கிடப்பில் போட்டார்.

பின் அமெரிக்காவுக்கு திரும்பி வந்து, தான் பார்த்து வந்த கடற்படை பணியை ராஜினாமா செய்துவிட்டு, க்ளீவ்லேண்ட் (Cleveland) என்ற பகுதியில் உள்ள Case School of Applied Science என்ற கல்வி நிறுவனத்தில் சேர்ந்தார். அங்கு வேதியியல் வல்லுனர் (Chemist) எட்வர்ட் வில்லியம் மோர்லி (Edward William Morley) என்பவரை சந்தித்தார். இருவருமாக சேர்ந்து பலமுறை விவாதித்து, பின் 1886ல் மீண்டும் சோதனைகளை செய்து பார்ப்பது என்று முடிவெடுத்தனர். சோதனையில் எப்படியெல்லாம் குறுக்கீடுகள் / இடையூறுகள் / தவறுகள் நேர வாய்ப்புண்டு என்பதை மிகவும் கவனமுடன் பரிசீலித்து, அவை எதுவும் சோதனையை பாதித்துவிடக்கூடாது என்பதை கருத்தில் கொண்டு, மிக மிக கவனமாக கருவியை வடிவமைத்தனர்

பெரியதொரு பாறையைக் குடைந்து, அதனுள் செங்கற்களைக் கொண்டு அடித்தளமிட்டு, அதன் மேல் சிமெண்ட் கொண்டு குழிவான அமைப்பை உருவாக்கி, அதில் பாதரசத்தை (Mercury) ஊற்றி நிரப்பி, அதில் மரத்தாலான ஒரு மிதவையை மிதக்க விட்டு, அதன்மேல் கல்லால் ஆன அமைப்பை வைத்து, அதன் மீது தங்கள் குறுக்கீட்டுமானி (Interferometer) கருவியை அமைத்தனர். எந்தவித சிறு சலனமும் சோதனையை பாதித்துவிடக்கூடாது என்பதற்காகத்தான் இவ்வளவு முன்னெச்சரிக்கை

களும் முன்னேற்பாடுகளும்.

ஒரு வழியாக மைக்கல்ஸன் - மோர்லி சோதனைக் கருவி தயாராகிவிட்டது. பழையபடி ஒரு ஒளிக்கற்றையை இரண்டாகப் பிரித்து, ஒன்றுக்கொன்று 90 டிகிரி கோணத்தில் செங்குத்தாக இரு வேறு திசைகளில் ஒரே தூரம் சென்று திரும்புமாறு ஆட்களை (Mirrors) அமைத்து சோதனையை இருவரும் செய்து பார்த்தனர். கருவியை பல்வேறு கோணங்களுக்கு மாற்றி அமைத்தும் செய்து பார்த்தனர். ஏதாவது ஒரு கோணத்தில் ஈதர் ஊடகம் சென்று கொண்டிருக்க வேண்டுமல்லவா? ஒரு நாள் அல்ல! இரு நாள் அல்ல! ஓர் ஆண்டு முழுவதும் செய்து பார்த்தனர். அதற்கும் காரணம் இல்லாமல் இல்லை. ஓராண்டு காலத்தில் பூமியின் ஓட்டத்தில் எப்படியெல்லாம் மாற்றம் வந்தாலும் அதன் மூலம் தாங்கள் எதிர்பார்த்த குறுக்கீட்டு பட்டைகள் கிடைத்து விடாதா! என்று எதிர்பார்ப்புடன் மிகவும் பொறுமையாக ஒன்றல்ல, இரண்டல்ல, ஆயிரக்கணக்கில் மீண்டும் மீண்டும் சோதனைகளை செய்து பார்த்தனர். முடிவை அறிவிக்கும் போது தவறு இருக்கக் கூடாதல்லவா? எங்கேயும் எந்த விதத்திலும் சோதனையில் தவறு இல்லை என்பதை உறுதிப்படுத்திக் கொள்ளத்தான் இத்தனை கடுமையான சோதனை வடிவமைப்பும் ஆயிரக்கணக்கில் சோதனைகளை செய்து பார்த்ததும்.

இறுதியாக 1887 ஆம் ஆண்டு சோதனை முடிவுகளை அறிவித்தனர். முடிவுகள் எமாற்றத்தையே தந்தன. எதிர்பார்த்த குறுக்கீட்டு பட்டைகள் கிடைக்கவே இல்லை. பூமியின் தனித்த நிலை வேகத்தை கணக்கிட்டு விடலாம் என்று ஆசைப்பட்ட இருவருக்கும் எமாற்றமே மிஞ்சியது. எமாற்றத்திற்கான காரணங்கள் ஐந்து. அவற்றை விளக்கினால் கட்டுரை மேலும் நீளும் என்பதால் தவிர்க்கப்படுகிறது. ஆனால் சோதனை முடிவுகள் என்ன செய்தியை தந்தன என்பதில்தான் உலகத்தின் கவனம் இருந்தது (நம் கவனமும் கூட).

எப்படி செய்து பார்த்தாலும் குறுக்கீட்டு விளைவு நிகழவே இல்லை என்பதால் ஒளியின் வேகத்தில் எந்த மாறுபாடும் இல்லை என்பது தெளிவு. அதிலிருந்து தெரிந்து கொள்ளப்படும் இன்னொரு செய்தி ஈதர் என்ற ஊடகம் இல்லவே இல்லை என்பதுதான். இருந்திருந்தால் குறுக்கீட்டுப் பட்டைகள் தோன்றியிருக்க வேண்டும் இல்லாத ஒரு ஊடகத்தை இருப்பதாக பாவித்துக் கொண்டு, அதனால் இயற்பியலாளர்கள் (Physicists) பட்ட

சிரமங்கள் கொஞ்ச நெஞ்சமல்ல! கிராமங்களில் ஒரு பழமொழி சொல்வார்கள். “வேலியில் போய்க் கொண்டிருந்த ஒணானை எடுத்து மடியில் விட்டுக்கொண்டு அது குடைகிறதே! குடைகிறதே!!” என்று கதறினானாம் ஒருவன்”. அதுபோன்ற கதைதான் ஈதர் கதையும். ஆனால் இந்த மைக்கல்ஸன் - மார்லி சோதனைக்கு ஒரு சிறப்பு உண்டு. ஈதர் என்ற ஊடகம் இல்லவே இல்லை என்று நிரூபித்த சிறப்பு மட்டுமல்ல! வெற்றிகரமான தோல்வி (Successful Failure) என்பார்களே! அது மைக்கல்ஸன் - மார்லி சோதனைக்கு முற்றிலும் பொருந்தும். இயற்பியல் வரலாற்றில் இந்த சோதனையை மிகவும் புகழ் பெற்ற எதிர்மறை சோதனை (The most famous negative experiment) என்றழைக்கிறார்கள். விஷயம் அதோடு முடியவில்லை. ஊடகம் இல்லை என்றால் அலை இயக்கம் எப்படி நிகழ்கிறது? என்ற கேள்வி எழுகிறதல்லவா! ஜெர்மன் நாட்டைச் சேர்ந்த இரு விஞ்ஞானிகள் இதற்கு ஒரு முற்றுப்புள்ளி வைத்தனர். 1900 ஆம் ஆண்டு மேக்ஸ் ப்ளாங்க் (Max Planck) என்ற விஞ்ஞானியும் 1905 ஆம் ஆண்டு ஆல்பர்ட் ஐன்ஸ்டீனும் (Albert Einstein) தான் அந்த இருவர். ஒளி என்பது சில சந்தர்ப்பங்களில் நுண்துகள்கள் போன்று செயல்படுகிறது என்ற கருத்தை இருவரும் முன்வைத்தனர். (நியூட்டன் கூறிய நுண்துகள் அல்ல). அவ்வாறு செயல்படுவதற்கு ஊடகத்தின் தயவு தேவையில்லை. வெற்றிடத்தில் கூட ஒளி பரவிச் செல்ல முடியும் என்பதை நிறுவினர். பலகாலம் இயற்பியலாளர்களைக் (Physicists) குழப்பி வந்த ஒரு சிக்கலை தீர்த்து வைத்து அவர்களின் புரிதலை நெறிப்படுத்திய மைக்கல்ஸன் - மார்லி சோதனை ஒரு புரட்சியை புரிந்த சோதனை தானே? இதற்கு அப்புறம்தான் ஐன்ஸ்டீன் தன் சிறப்பு சார்பியல் தத்துவத்தை (Special Theory of Relativity) அறிவித்தார். அதற்கு இந்த சோதனை முடிவுகள் உதவியுள்ளன என்பதும் கருத்தில் கொள்ளப்பட வேண்டியுள்ளது.

எமாற்றமான முடிவைத் தந்தாலும் சிக்கலை தீர்த்து வைத்த பெருமை இந்த சோதனைக்கு உண்டு என்பதால் 1907 ஆம் ஆண்டு மைக்கல்ஸனுக்கு இயற்பியலுக்கான நோபல் பரிசு வழங்கப்பட்டது. நோபல் பரிசு பெற்ற முதல் அமெரிக்க விஞ்ஞானி என்ற பெருமையையும் அவர் பெற்றார். இனிவரும் இதழில் புரிதலை திருத்திய வேறு ஒரு புரட்சிச் சோதனையைப் பற்றி காண்போம். ■



முதலாவது தேசிய விண்வெளி தினம் ஆகஸ்ட் 23, 2024



«... துருவன்

இந்திய விண்வெளி ஆய்வு நிறுவனம் – இஸ்ரோ, சந்திரயான்-3 விக்ரம் லேண்டரை ஆகஸ்ட் 23, 2023 அன்று நிலவின் தென் துருவப் பகுதியில் வெற்றிகரமாக தரையிறக்கியது. இந்த சாதனையை நினைவுகூரும் வகையில், ஒவ்வொரு ஆண்டும் ஆகஸ்ட் 23 ஆம் தேதி “தேசிய விண்வெளி தினமாக” கொண்டாடப்படும் என்று. பிரதமர் நரேந்திர மோடி அறிவித்தார். இதனையடுத்து இந்த ஆண்டு முதல் தேசிய விண்வெளி தினம் கொண்டாடப்படுகிறது.

சந்திரயான்-3 வெற்றிகரமாக தரையிறங்கியதை நினைவுகூரும் வகையில், இந்த ஆண்டு தேசிய விண்வெளி தினத்திற்காக தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட கருப்பொருள் “நிலவைத் தொடும்போது உயிர்களைத் தொடுதல்: இந்தியாவின் விண்வெளி சாகா” . என்பதாகும்.

விண்வெளி அறிவியலுக்கான இஸ்ரோவின் அர்ப்பணிப்பு சமூகத்திற்கான அதன் அர்ப்பணிப்பிலிருந்து பிரிக்க முடியாதது.

இஸ்ரோ

ISRO 15 ஆகஸ்ட் 1969 இல் நிறுவப்பட்டது. அதன் முக்கிய நோக்கம் “விண்வெளி அறிவியல் ஆராய்ச்சி மற்றும் கிரக ஆய்வுகளில் விண்வெளி தொழில்நுட்பத்தை பயன்படுத்தி தேசிய வளர்ச்சியை ஊக்கப்படுத்துவதாகும்.

இந்தியாவின் முதல் பிரதமர் ஜவஹர்லால் நேரு, 1962 இல் INCOSPAR என்றும் அழைக்கப்படும் விண்வெளி ஆராய்ச்சிக்கான இந்திய தேசிய குழுவை நிறுவினார். INCOSPAR இந்தியாவில் விண்வெளி ஆராய்ச்சியை மேற்கொண்டு வருகிறது. விக்ரம் சாரபாய் இந்த நிறுவனத்திற்கு தலைமை தாங்கினார். இவர் இந்திய விண்வெளி ஆய்வுத் திட்டத்தின் தந்தை என்று அழைக்கப்படுகிறார். INCOSPAR பின்னர் ISRO வாக பெயர் மாறியது.



ஆர்ப்பாட்டா செயற்கை கோள்:

விண்வெளி நிறுவனம் நிறுவப்பட்ட ஆறு ஆண்டுகளுக்குப் பிறகு, இந்தியா தனது முதல் செயற்கைக்கோளான ஆர்ப்பாட்டாவை விண்ணில் ஏவியது.. சோவியத் ராக்கெட் மூலம் செயற்கைக்கோள் சுற்றுப்பாதையில் செலுத்தப்பட்டது.

எளிய தொடக்கம்:

இஸ்ரோ, திருவனந்தபுரத்தில் உள்ள கடலோர மீனவ கிராமமான தும்பாவில் இருக்கும் ஒரு கிறித்துவ தேவாலய வளாகத்தில் இருந்து செயல்படத் தொடங்கியது. சைக்கிள், மாட்டுவண்டியில் ராக்கெட்டின் பாகங்களை விஞ்ஞானிகள் கொண்டு சென்றனர். அந்த சிறிய தொடக்கத்தில் இருந்து பல விண்வெளி சாதனைகளை இந்தியா தொடர்ச்சியாக செய்து வருகிறது.

முதல் ராக்கெட்:

இந்தியாவின் முதல் ராக்கெட் நவம்பர் 1, 1963 அன்று தும்பாவில் இருந்து ஏவப்பட்டு பரிசோதிக்கப்பட்டது. இஸ்ரோவின் வளர்ச்சிக்கு ரஷ்யா, அமெரிக்கா, பிரான்ஸ் உள்ளிட்ட பல நாடுகள் உதவியுள்ளன. இந்தியாவின் விண்வெளிப் பயணம் பல குறிப்பிட தகுந்த முன்னேற்றங்களை கண்டு வருகிறது.

நிலவின் ஆய்வில் இந்தியா தொடர்ந்து முன்னணியில் இருந்து வருகிறது.

இஸ்ரோவின் நிலவு தொடர்பான ஆய்வுக்கு சந்திரயான் என்று பெயரிடப்பட்டது.

சந்திரயான்-1

ஆந்திர மாநிலம் ஸ்ரீஹரிகோட்டாவிலிருந்து அக்டோபர் 22, 2008 அன்று பிஎஸ்எல்வி-சி11 ராக்கெட் மூலம் ஏவப்பட்டது.

சந்திரனில் உள்ள நீர் மூலக்கூறுகளின் ஆதாரம் சந்திரயான்-1 ஆர்பிட்டரால் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது.

சந்திரயான்-2:

ஸ்ரீஹரிகோட்டா விண்வெளி மையத்தில் இருந்து 2019, சூலை 22 அன்று நிலவை நோக்கி ஜி. எஸ். எல். வி மார்க் III ராக்கெட் மூலம் சந்திரயான்-2:

ஏவப்பட்டது. இவ் விண்கலத்தில் நிலவு சுற்றுக்கலன், தரையிறங்கி, தரையூர்தி(நடமாடும் ஆய்வகம்) ஆகியன உள்ளடங்கியிருந்தன. இவை அனைத்தும் இந்தியாவிலேயே வடிவமைத்து கட்டமைக்கப்பட்டன.

நிலவில் 2019, செப்டம்பர் 6 இல் தரையிறங்க முயலும்போது, தன் திட்டமிட்ட பாதையில் இருந்து விலகியதால் அது நிலவின் தரையில் மோதியது. ஆனால், நிலவைச் சுற்றி வரும் ஆர்பிட்டர் அதன் பணியைத் தொடர்ந்தது. அது சந்திரயான்-3: க்கு உதவியது.

சந்திரயான்-3:

சந்திரயான்-3 ஸ்ரீஹரிகோட்டா சதீஸ் தவான் விண்வெளி மையத்தில் இருந்து 2023 ஜூலை 14 அன்று ஏவப்பட்டது. விண்கலம் 2023 ஆகஸ்ட் 5 அன்று நிலவின் சுற்றுப்பாதையில் நுழைந்தது. விக்ரம் தரையிறங்கி பிரக்யான் தரையூர்தியுடன் நிலவின் தென்முனைப் பகுதியில், ஆகஸ்ட் 23 அன்று பிற்பகல் 12:33 க்கு வெற்றிகரமாகத் தரையிறங்கி சாதனைப் படைத்தது. நிலவின் தென்முனையில் தரையிறங்கிய முதலாவது நாடாகவும், அத்துடன் நிலவில் வெற்றிகரமாகத் தரையிறங்கிய நான்காவது நாடாகவும் இந்தியா உள்ளது. பிரக்யான் தரையூர்தி நிலவில் பல்வேறு ஆய்வுகளை மேற்கொண்டது. அதன் தரவுகள் நிலவு குறித்த புரிதலை மேலும் அதிகரிக்க உதவியுள்ளது. இந்த சாதனையைப் போற்றும் வகையில் தேசிய விண்வெளி தினம் இந்த ஆண்டு முதல் கொண்டாடப்படுகிறது.

இந்திய விண்வெளி தொழில்நுட்பத்தின் பிதாமகர்



முனைவர் பெ.சசிக்குமார்,
விஞ்ஞானி, இஸ்ரோ, திருவனந்தபுரம்

சுதந்திர இந்தியாவின் தொழில் நுட்ப வெற்றியில் பெரும்பாலானவர்களால் அறியப்படாத முக்கியமான விஞ்ஞானி விக்ரம் சாராபாய்.

ஆகஸ்ட் 12ஆம் தேதி 1919இல் ஆமதாபாத்தில் பிறந்தது 1971இல் தனது 52 வது அகவையில் அகால மரணம் அடைந்தார் விக்ரம் சாராபாய். 26 வயதில் ஆராய்ச்சி படிப்பை முடித்துவிட்டு ஆராய்ச்சியாளராகவும், நிறுவனராகவும், அறிவியல் ஆலோசகராகவும் பல பரிமாணங்களில் தனது பணியைத் தொடங்கியவர். அடுத்த 26 ஆண்டுக் காலங்களில் இந்திய விண்வெளி ஆராய்ச்சி நிலையம் (ISRO), இயற்பியல் ஆராய்ச்சி ஆய்வகம்(PRL), இந்திய மேலாண்மை நிறுவனம் (IIM), அகமதாபாத் சமூக அறிவியல் மையம் போன்ற மிகப்பெரிய நிறுவனங்கள் உட்பட அவர் உருவாக்கிய நிறுவனங்கள் 28.



அதாவது சராசரியாக ஒரு வருடத்தில் ஒரு மிகப்பெரிய நிறுவனத்தை உருவாக்கி இருந்தார். அகமதாபாத்தில் இன்று சர்வதேச அளவில் பெயர் பெற்ற விளங்கும் இயற்பியல் ஆராய்ச்சி ஆய்வகத்தை அவர் நிறுவிய பொழுது இந்தியா சுதந்திரம் பெற்று மூன்று மாதங்கள் தான் ஆகி இருந்தன. அப்போது அவருக்கு வயது 28 மட்டுமே.

அண்டக்கதிர்கள் எனப்படும் காஸ்மிக் கதிர்களைப் பற்றி ஆராய்ச்சி செய்து கொண்டிருந்த பொழுது இரண்டாம் உலகப் போர் உச்சம் பெற்றது. பத்திரமாக மகனை நாட்டிற்குத் திரும்பி வரும்படி அவருடைய அப்பா பணித்தார். எனது ஆராய்ச்சி தடைபடும் என்று கூறியவர், நோபல் பரிசு பெற்ற சர் சி.வி ராமன் அவருடைய ஆராய்ச்சிக்கு ஆலோசகராக இருக்கப் போகிறார் என்ற உறுதியில் ஆராய்ச்சியை இந்தியாவில் தொடர்ந்தார்.

இந்திய விண்கலம் சந்திரனில் கால் வைத்துள்ள நிலையில், இந்தியா தனது சாதனைகளைக் கொண்டாடும் போது, இந்த நம்பமுடியாத பயணத்தைத் தொடங்க தீர்ப்பொறியைப் பற்றவைத்த மனிதரை நினைவில் கொள்வது அவசியம். விக்ரம் சாராபாயின் வாழ்க்கையும் பணியும், தொலைநோக்குப் பார்வை, உறுதிப்பாடு மற்றும் சமூகத்தின் முன்னேற்றத்திற்கான அசைக்க முடியாத அர்ப்பணிப்பு ஆகியவற்றால், மிகவும் சவாலான எல்லைகளைக் கடந்து, சாத்தியமற்றதாகத் தோன்றும் செயல்களை சாதிக்க முடியும் என்பதை நமக்கு நினைவூட்டுகிறது.

இந்திய விண்வெளி ஆராய்ச்சி மையத்தைத் தொடங்கியவர் விக்ரம் சாராபாய் என்பது அனைவரும் அறிந்ததே. சுதந்திர இந்தியாவில் வறுமை வாட்டிக் கொண்டிருந்த காலத்தில் விண்வெளியில் நாமும் சாதிக்க வேண்டும் என்ற முதல் கருத்தை வலியுறுத்தியவர் சாராபாய்.

1960 களில் இவர் இந்தக் கருத்தை வலியுறுத்திய பொழுது விண்ணை யார் வெல்வது என்று வளர்ந்த நாடுகளான அமெரிக்கா மற்றும் ரஷ்யா இடையே பணிப்போர் நடைபெற்றுக் கொண்டிருந்தது. மேலும் யார் முதலில் சந்திரனை அடைவது என்ற போட்டியும் தொடங்கி இருந்தது. அப்படிப்பட்ட நிலையில் ஏழை நாடான இந்தியாவிற்கு இது தேவையானா? என்று கேள்விகள் சாராபாயை பார்த்து எழுப்பப்பட்டன.

நாம் வளர்ந்த நாடுகளுடன் போட்டி போட போவதில்லை. ஆனால் தேசிய அளவிலும், உலக அளவிலும், சமூகத்திலும் ஒரு அர்த்தமுள்ள பங்கை நாம் வகிக்க வேண்டும் என்றால் மனிதர்கள் மற்றும் சமூகத்தின் உண்மையான பிரச்சனைகளுக்குத் தீர்வு காண மேம்பட்ட தொழில்நுட்பங்களைப் பயன்படுத்துவதில் நாம் எவருக்கும் சளைத்தவராக இருக்கக் கூடாது என்று இன்றைய விண்வெளி திட்டத்திற்கு 60 ஆண்டுகளுக்கு முன்பே விதை போட்டவர் சாராபாய்.



செயற்கைக்கோள் எப்படிப் பயன்தரும் என்பதை அன்றைய பிரதமர் இந்திரா காந்திக்கு எளிதில் புரிய வைப்பதற்காக அமெரிக்காவின் செயற்கைக்கோளை சில நாட்கள் வாடகைக்கு எடுத்து அதில் என்ன பயன் கிடைக்கும், எப்படி ஒளிபரப்புகள் செய்யலாம் என்பதைச் செயல்முறை விளக்கமாகச் செய்து காண்பித்துப் பிரதமரின் ஒப்புதலை பெற்றார்.

1962 ஆம் ஆண்டில், விண்வெளி ஆராய்ச்சிக்கான இந்திய தேசிய குழுவை (INCOSPAR) நிறுவினார். இது பின்னர் 1969 இல் இந்திய விண்வெளி ஆராய்ச்சி நிறுவனமாக (ISRO) உருவானது. அதன் முதல் தலைவராகப் பொறுப்பேற்று தனது இறப்பு வரை பணியாற்றினார்.

இந்திய விண்வெளி ஆராய்ச்சி நிறுவனத்தைத் தொடங்கிய பொழுது அதன் முன்னேற்றத்திற்கு வல்லுநர்கள் தேவை என்பதை உணர்ந்தார். அதனால், அமெரிக்கா போன்ற வெளிநாடுகளில் ஆராய்ச்சி மற்றும் பணி செய்து கொண்டிருந்த இந்திய மாணவர்களை நேரில் சந்தித்து அவர்கள் ஆராய்ச்சிக்கு நாட்டிற்கு எவ்வளவு முக்கியம் என்பதை எடுத்துரைத்தார். அவருடைய வசீகரமான கருத்துக்களுக்குச் செவி சாய்த்த பலரும் இந்திய விண்வெளி ஆராய்ச்சியில் கலந்து கொண்டதோடு மட்டுமல்லாமல் பிற்காலத்தில் பல பெரிய பதவிகள் வரை முன்னேறி நாட்டின் வெற்றிக்கு வித்திட்டார்கள்.

எளிமையின் உருவமாக விளங்கியவர், புதிய ஆராய்ச்சிகள் யார் கூறினாலும் குழந்தைக்கே உரிய ஆவலுடன் செவி கொடுத்து கேட்கும் பண்பை கொண்டு இருந்தார். விண்வெளி ஆராய்ச்சி கழகம் ஆரம்பித்த புதிதில் வறுமையில் வாடிக் கொண்டிருக்கும் நமது நாட்டிற்கு ஆண்டிற்கு இரண்டு கோடி ரூபாய் செலவு செய்வது தேவையா? என்று கோபமாக ஒரு பத்திரிக்கையாளர் அவரைக் கேட்டார். அவரைக் கடிந்து கொள்ளாமல் கடந்த ஆண்டு எங்கள் குடும்பம் அரசாங்கத்திற்குச் செலுத்திய வரி இரண்டு கோடியை விட அதிகம். கவலைப்படாதீர்கள், எங்கள் குடும்பம் கொடுத்த



நிதியிலிருந்து தான் திரும்ப வாங்கிச் செலவு செய்கிறேன் என்று நகைச்சுவையாகப் பதில் அளித்தார்.

இந்தியாவில் மட்டுமல்லாமல் உலக அளவில் பல்வேறு தரப்பிலிருந்த ஆராய்ச்சியாளர்களுடன் தொடர்பில் இருந்தார். அவர் கடிதத்தை எடுத்துக்கொண்டு பல நாடுகளுக்குச் சென்று அங்கு என்ன ஆராய்ச்சி நடக்கிறது என்பதைக் கண்டறிந்து இந்தியாவிற்குக் கொண்டு வந்த ஆராய்ச்சியாளர்கள் பலர்.

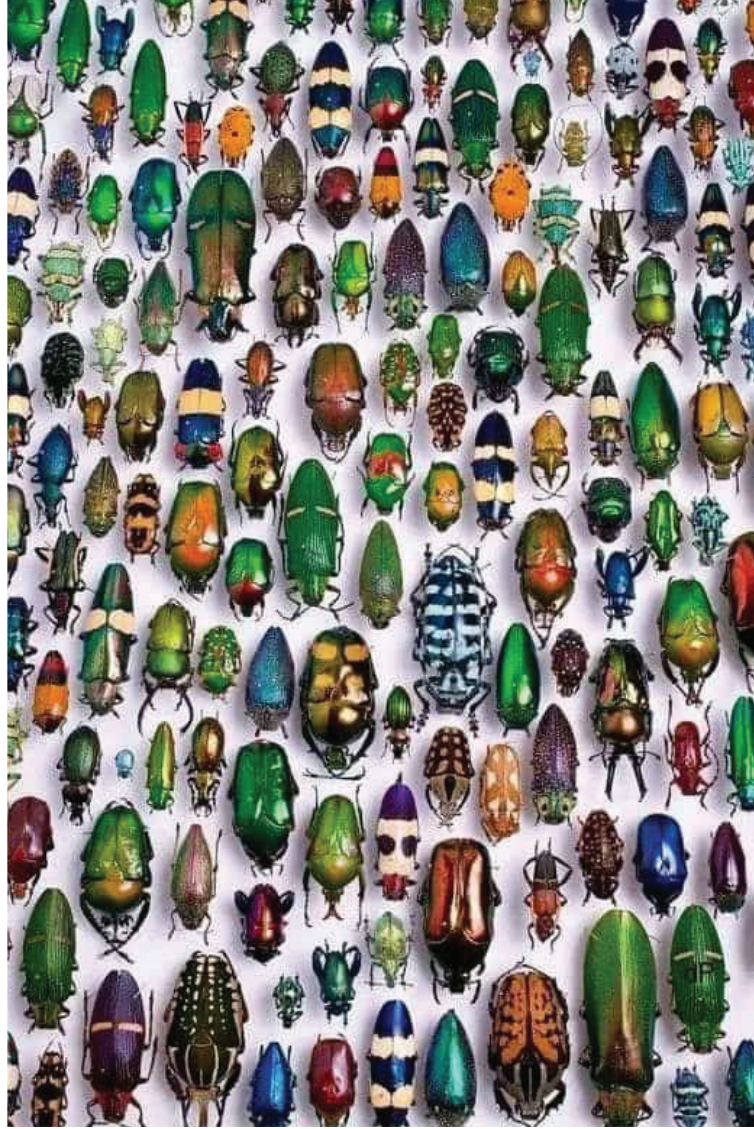
காந்தவிசை கோடுகள் கடந்து செல்லும் திருவனந்தபுரத்திற்கு அருகில் உள்ள தும்பா என்ற கடற்கரை கிராமத்தில் விண்வெளி நிலையத்தைத் தொடங்க வேண்டும் என்று முடிவு செய்தார். அந்த இடத்தை நாட்டிற்காகக் கொடுக்க வேண்டும் என்பதை அந்தத் திட்டத்தின் முக்கியத்துவத்தை வலியுறுத்தி தேவாலயத்தின் பாதிரியாரிடம் எடுத்துரைத்தார். அவர் கூறிய கூற்றில் இருந்த உண்மையைப் புரிந்து கொண்ட அவர் ஜெபாலய கூட்டத்தில் அதை வலியுறுத்தினார், மக்களும் ஏற்றுக்கொண்டனர். அந்தத் தேவாலயம் இன்று இந்திய விண்வெளி வெற்றியின் சிறப்பை வெளிப்படுத்தும் அருங்காட்சியகமாகத் திருவனந்தபுரம் தும்பா விண்வெளி மையத்தில் திகழ்கின்றது.

சாராபாய் சர்வதேச ஒத்துழைப்பின்

முக்கியத்துவத்தையும் அங்கீகரித்தார் மற்றும் விஞ்ஞான முன்னேற்றத்திற்கு எல்லைகள் இல்லை என்று நம்பினார். நாசா போன்ற சர்வதேச விண்வெளி நிறுவனங்களுடனான இந்தியாவின் ஒத்துழைப்பில் அவர் ஒரு முக்கியப் பங்கைக் கொண்டிருந்தார், மேலும் விண்வெளியின் அமைதியான பயன்பாட்டை ஊக்குவிப்பதில் முக்கிய நபராக இருந்தார்.

விக்ரம் சாராபாயின் செல்வாக்கு இந்தியாவின் விண்வெளித் திட்டத்திலும், விஞ்ஞானச் சமூகத்திலும் ஒரு தனி நபரின் பார்வை மற்றும் அர்ப்பணிப்பின் சக்திக்கு ஒரு சான்றாகும்.

விஞ்ஞானம் மற்றும் விண்வெளி தொழில்நுட்பத்தில் விக்ரம் சாராபாயின் பங்களிப்புகள் அவருக்குப் பல பாராட்டுகளையும் மரியாதைகளையும் பெற்றுத்தந்தது. 1966 ஆம் ஆண்டில், அவருக்கு இந்தியாவின் உயரிய குடிமக்கள் விருதுகளில் ஒன்றான பத்ம பூஷன் வழங்கப்பட்டது. அவரது அர்ப்பணிப்பு மற்றும் முன்னோடி பணி உலகளாவிய அங்கீகாரத்திற்கு வழிவகுத்தது, மேலும் அவருக்கு 1972 இல் ஐக்கிய நாடுகளின் அமைதிக்கான பரிசு வழங்கப்பட்டது. கேரளாவின் திருவனந்தபுரத்தில் உள்ள விக்ரம் சாராபாய் விண்வெளி மையம் அவரது பெயரை தாங்கி அவருக்குப் பெருமை சேர்க்கிறது.



பிரிட்டிஷ் பரிணாம உயிரியலாளரும் மரபியல் நிபுணருமான ஜே.பி.எஸ். ஹால்டேன், கடவுள் பூமியில் உள்ள அனைத்து உயிரினங்களையும் உருவாக்கியிருந்தால், அந்த படைப்பாளிக்கு "வண்டுகள் மீது அளவுகடந்த நேசம்" இருக்க வேண்டும் என்று நகைச்சுவையாக சொன்னார்.. வண்டுகள் (பைலம் ஆர்த்ரோபோடா, கிளாஸ் இன்செக்டா, ஆர்டர் கோலியோப்டெரா) வாழும் விலங்குகளின் வேறு எந்த ஒரு குழுவை விடவும் அதிக எண்ணிக்கையிலான இனங்கள் உள்ளன. பூமியில் உள்ள ஒவ்வொரு நான்கு விலங்கு வகைகளிலும் தோராயமாக ஒன்று வண்டு என்பது உண்மை.